



AZ ÉLHETŐ VIDÉKÉRT 2010 környezetgazdálkodási konferencia

Természeti erőforrásaink a globális környezeti folyamatok tükrében
Siófok, 2010. szeptember 22-24.

Az Élhető Vidékért 2010 Környezetgazdálkodási Konferencia

Konferenciakötet



Az Élhető Vidékért 2010

Környezetgazdálkodási Konferencia

Siófok, 2010. szeptember 22–24.

Konferenciakötet

Szerkesztette:
Kovács Gyula, Gelencsér Géza és Centeri Csaba

Koppányvölgyi Vidékfejlesztési Közhasznú Egyesület

Törökkoppány
2010.

AZ ÉLHETŐ VIDÉKÉRT 2010

Környezetgazdálkodási Konferencia

Siófok, 2010. szeptember 22-24.

Tudományos bizottság

Prof. Dr. Ángyán József

Prof. Dr. Báldi András

Prof. Dr. Guy Turchany

Prof. Dr. Németh Tamás, elnök

Prof. Dr. Várallyay György

Szervező bizottság

Dr. Centeri Csaba

Gelencsér Géza, elnök

Kovács Gyula

Dr. Vona Márton

Szervezők

Völgy Hangja Fejlesztési Társaság Közhasznú Egyesület

Koppányvölgyi Vidékfejlesztési Közhasznú Egyesület

Támogatók

Nemzeti Civil Alapprogram

Új Magyarország Vidékfejlesztési Program

Partnerek

Szent István Egyetem Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet

"RIPARIA" Természetbarátok Egyesülete - Szabadka

WWF Danube-Carpathian Programme - Románia

Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület Dél-balatoni helyi csoport

Honlap

www.koppanyvolgy.hu/konferencia

E-mail

konferencia@koppanyvolgy.hu

Cím

7285 Törökkoppány, Kossuth L. u. 66.

Telefon/fax

84/377-542

ISBN 978-963-229-871-9

Ajánlott hivatkozási forma

Turchany, G. 2010: Ember és a természet viszonya a globális rendszerben. In: Kovács Gy., Gelencsér G., Centeri Cs. (szerk.): Az Élhető Vidékért 2010 környezetgazdálkodási konferencia. Siófok, 2010. szeptember 22–24. Konferenciakötet. Koppányvölgyi Vidékfejlesztési Közhasznú Egyesület, Törökkoppány. p. 9–20.

Tartalom

Előszó.....	7
Plenáris előadások.....	8
Ember és a természet viszonya a globális rendszerben.....	9
Guy Turchany	
A víz, mint természeti erőforrás az éghajlatváltozás tükrében	21
Konecsny Károly és Mika János	
A talaj, mint természeti erőforrás.....	36
Várallyay György	
A biológiai sokféleség szerepe az élhető vidék fenntartásában.....	53
Báldi András és Kovács-Hostyánszki Anikó	
Szekció előadások.....	62
Talajerő-gazdálkodás szekció	63
A Nitrát Direktíva (91/676/EEC) és az EU 27 országok NP forgalmának a fenntartható NP trágyázás alapelvei alapján történő értékelése: egy egyedülálló lehetőség hazánk vidékfejlesztési pozícióinak meghatározó mértékű javítására	64
Csathó Péter	
A hazai mezőgazdasági területeink tápanyag-ellátottságának megítélése	79
Pálmai Ottó és Horváth József	
A barna erdőtalajok változása Somogy Megyében a TIM vizsgálatai alapján.....	85
Markó András és Labant Attila	
A talajerő-gazdálkodás javításának lehetőségei	92
Centeri Csaba	
Vízészlet-gazdálkodás szekció.....	102
Síkvidéki területeink belvízproblémái, különös tekintettel a 2010. évi tapasztalatokra.....	103
Pálfai Imre	
Kisvízfolyások és vízgyűjtő területeik problémái, különös tekintettel a vidékfejlesztésre	111
Bardóczyné Székely Emőke	
Az éghajlatváltozás hatása a kisvízi lefolyásra – módszertani tanulmány a Zagyva példáján	117
Nováky Béla	
Biodiverzitás szekció	128
Élőhelyfejlesztés vs. élőhelyvédelem – A Pannonhalmi Világörökségi Helyszín fejlesztési alapelvei	129
Pottyondy Ákos	
A konferencia résztvevőinek munkái.....	134
A cinkhiány és auxinkezelés növényfiziológiai hatásai kukorica és uborka csíranövényeken.....	135
Bákonyi Nóra, Gajdos Éva, Tóth Brigitta, Marozsán Marianna, Walid M. El-Rodeny, Lévai László és Veres Szilvia	

Az ammónium-nitrát és a Microbion UNC baktériumtrágya hatása az angolperje tápelemfelvételére	142
Balláné Kovács Andrea, Kremper Rita és Jakab Anita	
Javítható a talajbiológiai aktivitás egy ökológiai gazdálkodás vetésforgó parcelláiban szárnyasok bevonásával	150
Bíró Borbála, Domonkos Mónika, Pusztai Péter és Radics László	
A talajerő-gazdálkodás régi-új lehetősége, édescsillagfűrt a kedvezőtlen termőhelyi adottságú agroökológiai körzetekben.....	160
Borbély Ferenc, Henzsel István és Tóth Gabriella	
Biológiai talajjavítás lehetősége fehérvirágú csillagfűrttel gyenge termékenységű, savanyú barna erdőtalajokon	170
Borbély Ferenc, Tóth Gabriella és Henzsel István	
Vörösfűz rendszere lejtőhordalékának geokémiai jellemzése	180
Czirbus Nóra, Nyilas Tünde és Hetényi Magdolna	
Erózióvesztettség vizsgálata a Soproni-hegység erdősült kisvízgyűjtőjén az USLE és az EROSION-3D modellekkel	189
Csáfordi Péter	
A felelős környezeti magatartás modelljei	199
Csiszár Gyöngyi	
Zöld gazdaság területi dimenziói	205
Duray Balázs	
Tájhasználat váltás lehetőségei a természeti szolgáltatások növeléséért	213
Flachner Zsuzsanna és Nagy Gergő Gábor	
Kadmiummal és baktérium alapú biotrágyával kezelt napraforgó hibridek növényfiziológiai vizsgálata.....	223
Gajdos Éva, Bákonyi Nóra, Marozsán Marianna, Víg Róbert, Veres Szilvia és Lévai László	
Környezetkímélő trágyázási módok egy tartamkísérlet eredményei alapján	228
Henzsel István és Györgyi Gyuláné	
A Nemzeti Park Igazgatóságok gazdálkodása és A vidékfejlesztésben játszott szerepük.....	236
Horváth Kitti és Nagy Gabriella Mária	
Baktériumtrágyák hatása a talaj-növény rendszer N- és P-forgalmára különböző típusú talajon.....	243
Kincses Sándorné és Kremper Rita	
A növényzet változásának vizsgálata a tájhasználat-változás függvényében a Dorozsma-Majsai-homokhátság egy mintaterületén.....	250
Király András	
Magyarországi vizes élőhely-rekonstrukciók természetvédelmi jelentősége madártani szempontból	260
Kovács Gyula	
Vizes élőhely-fragmentumok szerepe a természetvédelemben – kóppányvölgyi esettanulmány.....	271
Kovács Gyula, Winkler Dániel, ifj. Jakus László és Sáfián Szabolcs	
A TDR készülék direkt sókalibrációs módszerének értékelése	277
Kremper Rita, Balláné Kovács Andrea, Bertáné Szabó Emese és Sándorné Kincses	

Mikroklíma módosítás lehetősége gyümölcscsüttlétben.....	282
Lakatos László, Nyéki József, Szabó Zoltán, Soltész Miklós és Veres Emese	
Zsenicemeggy-levéltetű (<i>Rhopalosiphum padi</i> L.) kolonizációja és kukorica különböző szerveinek ciklikus hidroxámsav-tartalma közötti összefüggés	288
Makleit Péter	
Az energianád (<i>Miscanthus sp.</i>) energetikai hasznosítása	295
Marosvölgyi Béla	
Az erdőtalajok megőrzését szolgáló környezetkímélő tápanyag-gazdálkodás.....	303
Marosán Marianna	
Számszerűsített fenntarthatósági teljesítmény.....	308
Molnár András	
Ártéri gazdálkodás alkalmazásának lehetőségei, az árvízi biztonság növelése érdekében a Közép-Tisza vidékén.....	317
Molnár Sándor	
Fejlett nem invazív technológiák alkalmazása almatermésűek vízkészlet-gazdálkodásának értékelésére.....	325
Nagy Attila, Tamás János, Szabó Zoltán, Soltész József és Nyéki József	
Éghajlati anomáliák szerepe gyümölcsösök táplálkozási zavarainak kialakulásában.....	332
Nagy Péter Tamás, Kincses Sándorné és Soltész Miklós	
Különböző komposztok hatása a növényi produkcióra és a talaj könnyen oldható tápanyagtartalmára	341
Szabó Anita és Vágó Imre	
Tápanyag-utánpótlási szintek elkülönítésének lehetősége az őszi búzában (<i>Triticum aestivum</i> L.) spektrális vizsgálatok alapján	348
Szalay D. Kornél, Tarnawa Ákos, Balla István, Tolner Imre T. és Fenyvesi László	
Biogáz üzemből kikerülő fermentlé precíziós kijuttatásának víminőség-védelmi monitoringja	355
Szöllősi Nikolett, Tamás János, Petis Mihály és Mézes Lili	
Savkezelés hatásának vizsgálata egy talaj optikai tulajdonságaira	363
Tolner Imre T., Szalay D. Kornél és Tolner László	
Ipari melléktermékekkel a CO ₂ emisszió csökkentéséért	368
Tóth Brigitta	
Biológiailag aktív növényi kivonat antibakteriális és antifungális hatásainak vizsgálata	375
Tóth Csaba Tamás, Szabó Zsuzsanna és Csubák Mária	
Kisvízfolyások menti védett láprétek vízháztartás változásai, fennmaradásuk biztosításának lehetőségei	384
Vona Márton és Szabó Boglárka	
Szerzők szerinti mutató	391

Előszó

2010. szeptember 22–24. között, Siófokon rendeztük meg az Élhető Vidékért 2010 környezetgazdálkodási konferenciát. Jelent kötet a konferencián elhangzott előadások tartalmát és a résztvevők tudományos munkáinak eredményeit tartalmazza.

A helyszínen tapasztalt kellemes és inspiratív légkör, valamint a visszajelzések alapján az eredmények több tekintetben is előremutatóak. Sikerült a figyelmet ráirányítani a természeti erőforrásaink, a talaj, a víz és a biodiverzitás jelenlegi helyzetére, problémáira és a megoldási lehetőségekre. A konferencián három egymással összefüggő, ám mégis sokszor csak egymás mellett tevékenykedő tudományág képviselői találkoztak, megosztották gondolataikat, és egyfajta közös gondolkodás valósult meg a természeti erőforrásainkkal fenntartható módon történő gazdálkodás témakörében. Nagy hangsúlyt kapott a problémafeltáráson túl, a pontos okok meghatározása és esetenként a már működő jó gyakorlat, a példák bemutatása. Az egyes természeti erőforrásokat tekintve a hazai helyzetkép alapján az ország a potenciál tekintetében előnyös tulajdonságokkal rendelkezik, sőt sok esetben jobb a helyzet, mint Nyugat-Európában, csupán ezek használata nem mindig optimális. A közelgő soros elnökség számára a tanácskozás üzenete az, hogy Magyarországnak és Európának mindent meg kell tennie a megfelelő talajerő- és a vízkészlet-gazdálkodás, valamint a biodiverzitás megőrzése érdekében. Nyilvánvaló, hogy a szükséges tudás rendelkezésre áll az országban, ami európai szinten is kamatoztatható, ugyanakkor ehhez a tudomány infrastrukturális fejlesztése elengedhetetlen feladat. Természetesen csak akkor érhetünk el sikereket, ha a tudományos eredmények, ajánlások döntéshozói szinten meghallgatásra találhatnak, illetve ehhez döntéshozói akarat is társul.

Szeretnénk megköszönni a támogatók, a szakmai partnerek, az előadók és a résztvevők munkáját!

Somogydöröcske, 2010. október 30.

A szerkesztők

Plenáris előadások

EMBER ÉS A TERMÉSZET VISZONYA A GLOBÁLIS RENDSZERBEN

GUY TURCHANY

Pannon Egyetem és UIDD Université Internationale du Développement Durable
4069 Egyek, Petőfi S. u. 7., e-mail guy@prof-turchany.eu

Összefoglalás

Obama azt mondta, nem tudja előrejelezni, hogy az USA képes-e egy teljes átmenetre az olaj-alapú gazdaságról másra az ő életében. De hozzátette: „itt az idő elkezdeni ezt az átmenetet és új módon befektetni, hogy energia legyen belőle. [...] Fogalmam sincs, hogy milyen új energiaforrás lesz elérhető, milyen technológia viheti lejjebb a megújulók árát. [...] Amit előre tudunk jelezni, az a fosszilis források elérhetőségének csökkenése: egyre drágább lesz kitermelni, és a környezeti terheket gyermekeinkre, unokáinkra és dédunokáinkra hagyjuk, hogy cipeljék”. Obama kijelentése lehet figyelmeztető jellegű, elsősorban mert figyelmen kívül hagyja, hogy a természeti erőforrások egy komplex rendszer részei, melynek nem központja, hanem része az ember. Klímaváltozás, energia-, víz-, és élelmiszergazdálkodás egymással összefüggőek, a kölcsönhatások megértése az ember és természet viszonyában alapfeltétele annak, hogy Obama aggodalmaira kielégítő választ adjunk. Ezért a fent említett problémákat az Általános Rendszerelmélet – természetfilozófia – szerint fogjuk elemezni. Az elemi összetevőkön túl mindig az Egészet, a kapcsolataikat, a kölcsönhatásaikat, a rendszer önszerveződését és a megismerési folyamatokat vizsgálva. Az egész több, mint a részek összege, a tulajdonságai nem következnek az alkotórészek jellegzetességeiből. Az oksági kapcsolatok bonyolult, összetett hálózatot képeznek. Az elmélet lényege, hogy a rendszer olyan egészet alkot, melynek komplexitási foka magasabb, mint az alkotórészeinek komplexitási foka, azaz saját tulajdonságokkal rendelkezik. Szándéka szerint a rendszerelmélet egyrészt a rendszer egy pillanatnyi állapotáról (egyensúly) kíván beszámolni, másrészt pedig az egyik állapotból a másikba való átalakulás törvényeiről, egyebek között a visszacsatolás fogalmának bevezetésével. Ezeknek az összefüggéseknek tükrében fogom megvizsgálni a mai világtrendeket az élhető város – vidék összefüggéseinek figyelembevételével, hogy megelőzzük a félreértéseket, mert amint D. de Rougemont írta „a legnagyobb félreértések abból születnek, amikor a szavak értelmét keverjük össze”.

Kulcsszavak: fenntartható fejlődés, rendszerelmélet, holisztika

Bevezetés

„Az emberiséget érő legnagyobb bajok félreértések következményei, ellentétben a pártos vita véleményével, mely szerint ez, egyesek galádsága által mások természetes jóságán aratott győzelem eredményeként jönne létre. Azonban a legnagyobb félreértések abból születnek, amikor a szavak értelmét keverjük össze. Nem lehet a kifejezéseket megszokásból, felületesen alkalmazni, mivel minden a szavakon dől el, a szó legszorosabb értelmében. Ha a kezdeti lépésektől fogva nem definiáljuk pontosan az általunk használt kifejezéseket, akkor vagy előbb egy részlet veszik el, vagy később egy olyan területre tévedünk, ahol már nincs szankció, nincs igazságszolgáltatás, ahol bárki azt állíthatja, hogy ő nyert, ahol egyesek győzelme mások szemében csalással egyenértékű. Szankció alatt egy dolog igaz vagy a hamis volta felől hozott egyszerű döntést értem, egy olyan területen, ahol néhány alapigazság mindenki által elismert” (Denis de Rougemont: Penser avec les mains. Edition Gallimard, 1932). Ezért fontos a fenntartható fejlődés fogalmainak és hatáskörének definiálása, annak érdekében, hogy tanulmányozhassuk annak társadalmi, politikai és műszaki alkalmazásának lehetőségeit.

Fenntartható fejlődés

A *Fenntartható Fejlődés* (développement durable) egy új fogalom¹. A fejlődésről (franciául développement), mint olyanról, már szó esik a történelem korábbi korszakaiban is. Igaz, hogy ez alatt a kifejezés alatt az ember belső fejlődését, és/vagy a birodalmak térhódítását, terjeszkedését értették. Ugyanazon szó fordul elő a kultúrák kialakulása (franciául a fejlődés szót használjuk a kialakulás helyett), virágzása, vagy letűnése kifejezések kapcsán. Láthatjuk, hogy a fejlődés kifejezés nem kötődik kizárólagosan egy kultúrához.

Tudomásunk szerint kizárólag az európai kontinens döntött a szó kisajátítása mellett, saját ideológiáinak és anyagelvű civilizációjának a többi kultúra fölé helyezésével. Napjainkban, az európai ideológiában való kizárólagos hit már meginogni látszik. Ezt a hirtelen jött kételyt tolmácsolja a Fenntartható Fejlődés fogalma, amely egy olyan teljesen új fogalom, amelyhez kapcsolódó nagy költségvetésű kutatásoknak nem kéne mást eredményezniük, mint a Felvilágosodás kori feltevések enyhítését: elképzelhető-e valójában az európai kultúra és szubkultúrák dicsőségének további hajszolása? A kérdés nem csupán elméleti. Az európai és az európaihoz tartozó civilizációk ideológiai és anyagi fölényéről van szó. Minden kultúrának jogában áll saját viszonyait kritikusan szemlélnie. Az egyetlen dolog, amihez a kutató ragaszkodik, az az igazság, még akkor is, ha ez a fogalom mostanra már kissé vitathatóvá vált.

Hogyan vetődik fel ma ez a kérdés? A Riói nyilatkozat angol változatát olvasva igen nehéz megérteni és definiálni a „fejlődés” szót. Mit értek a szerzők a „fejlődés/développement” szó alatt? A címben a környezetet és a fejlődést felsorolásként említik.

Pár bekezdéssel lejjebb ezt olvashatjuk „Global environmental and development system”, amely egy, a bolygónk egészére kiterjedő, a környezetvédelemmel és a fejlődéssel kapcsolatos globális rendszert jelent.

Ezek után néhány idézett példával illusztrálnánk azokat a különböző jelentéseket vagy szöveggörnyezeteket, amelyekben a „fejlődés” szó előfordulhat az angol nyelvben:

1. environment and development,
2. environmental and developmental system,
3. sustainable development,
4. environmental and development policies,
5. right to development,
6. developmental and environmental needs,
7. developmental process,
8. enhancing development.

Konstatálhatjuk, hogy a „fejlődés” szó jelentését a rá vonatkozó melléknév, vagy a szövegösszefüggés függvényében különféleképpen értelmezhetjük. Sőt mi több, a francia „développement – fejlődés” fogalmának értelmezése a „Quillet” francia nyelv szótára szerint a következő:

„Fejleszteni, és fejlődni, vagy ennek a cselekedetnek konkrét és átvitt értelmű eredménye.

Rügyfakadás: (A rügy fejlődése franciául).

Egy tan (doktrina) kifejtése. (Tan fejlődése franciául.)

A kereskedelem és az ipar fejlődése.”

Valójában minden, amit teszünk, *Quillet* szerint fejlődéssel jár. Ez tehát sokféle interpretációt eredményez.

A helyzet alig jobb a magyar *fenntartható* szóval fordított, azonban franciául „durable”, (magyarul tartós) szóval, amely még mindig a *Quillet* értelmezése szerint „sokáig kell tartson” például:

„Tartós, ami hosszú ideig marad fent, hosszú életű”, mint például egy szerkezet, bizonyos autók, vagy akár a cipőim is lehetnek tartósak! Ez a kifejezés a megszakítás nélküliségre is

¹ Az alábbi eszmefuttatás a „FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS: MÍTOSZ VAGY VALÓSÁG?” Guy Turchany, Beránék László, Füleki György, Magyar-Beck István, Turcsányi Károly által publikált munkára támaszkodik.

utalhat, mint például egy folytonos fejlődés, amelyet nem szakít meg semmi, nem függesztődik fel.

Vagy „állandó, amelynek állapota megszakítás nélkül fennmarad” mint például a fogyasztás növekedése.

„Stabil, szilárd, ami megpróbálja ugyanazon állapotát megőrizni”, a tőzsde jelenleg kevésbé stabil.

„Ellenálló, képes ellenállni a pusztító, romboló erőknek”, mint pl. egy atombiztos bunker.

Az angol „sustainable” szóból „tartósra”, (franciául durable) fordított kifejezés problematikájával állunk szemben. Talán inkább franciául „soutenable”-nak, magyarul fenntarthatónak kellett volna fordítani a kifejezést? A *Quillet* szerint jobban jártunk volna vele, mert a fenntartható kifejezésnek kevesebb értelmezési lehetősége van. „Soutenable (magyarul fenntartható)”:

1. „amely jó észérvek által fenntartható, védhető álláspont”;

2. „ami fenntartható, tartja magát, pl. egy fenntartható, elviselhető élet”.

Ezek tehát a kifejezés szótár által definiált pontos jelentései, ehhez hozzáadódik még az a megközelítőleg tíz, a jelen válság által életre hívott, néha ellentmondásos jelentésréteg, amelyeket azok többsége is nehezen különböztet meg egymástól, akik használják a kifejezést. Mindezeket a szókapcsolatokat és permutációkat amúgy elég egyszerű lenne kibogozni a gyakorlatban, és könnyen definiálhatnánk dolgokat, ha legalább minden szó mindenki számára azonos jelentéssel bírna. Vagy különböző jelentésrétegek közül kiemelhetnénk a leghangsúlyosabbat, amelyben megegyezhetnénk. Így torzulnak, deformálódnak el kezeink között saját szavaink, problémáink véletlenszerűen változnak, mindenki saját szabályai szerint játszik, nem törődve a közös, általános szabállyal. A rettegés a hangadó ebben az anarchiában, és annyira eltúlzott büntetéseket osztogat, hogy senki sem igyekszik azokat végrehajtani.

Látható, hogy tanulmányunk következő lépése a „fenntartható fejlődés” kifejezésének kevésbé kértelmű definiálása lenne.

Miért vagyunk az Univerzumban? Ezt a kérdést azonban így is feltehetnénk: szükség van-e az emberre az Univerzumban? Hordoz-e olyasmit magában, amely feljogosítja az életre és bizonyos értelemben fölényes helyzetére? Ezek olyan kérdések, amelyeket szinte lehetetlen megválaszolni, főleg konkrét válaszokat adni. El kell fogadnunk, hogy legjobb ismereteink szerint egy fejlődési folyamat termékei vagyunk, és ez a fejlődés jogosít fel minket a létezésre. Természetesen ez a jog általános érvényű és ebből következik minden élő faj létezéssel való joga. Ezen túl ez felelőssé tesz minket minden élőlényrel szemben. Victor-Emmanuel Frankl az embert önmagát folyamatosan felülmúló lénynek fogja fel. Ugyanígy, az ember nem egy genetikailag előre programozott fajhoz tartozik, hanem képes önmagának a kultúrán keresztüli programozására. Frankl megfigyelései felvilágosítanak minket a fejlődés – főként kulturális – történetéről.

A kutatás keretei, a munka meghatározása és feltevések

Mielőtt még az intellektuális kereteket, a fogalmakat, és a munka meghatározását bemutatnánk, definiálni szeretnénk a módszertani álláspontunkat. Jelen kultúránkban a definíciókra való fogékonyság rendkívül gyenge. Ez abból adódik, hogy a jelenségeket és tüneteket különböző kontextusokban tanulmányozhatjuk. A kutatók ebből, kissé elsietve azt szűrték le, hogy nincs többé szükség definíciókra, mert azok jelentésüket veszítik attól függően, hogy milyen kontextusban tárgyaljuk őket. Mi egy szögesen ellentétes elvből indulunk ki, miszerint minden kutatásnak pontosan definiált fogalmakon kellene alapulnia. Igen pontosan, minden felmerülhető összefüggésben, amelyben a jelenségek tanulmányozhatóak, definíciók vannak. Ebben a tanulmányban még ennél is messzebbre megyünk, mivel meg vagyunk győződve arról, hogy a nagy számú kontextust a kutatás első lépéseitől fogva figyelembe kell venni.

Intellektuális keret és fogalmak

A munka definiálása nem univerzális, hanem relatív, egy bizonyos kontextus függvénye – és a minket érdeklő jelenségek egészéből áll (**1. táblázat**).

	Culture / Kulúra	Civilisation / Civilizáció	
Croissance / Növekedés	e	f	C
Développement / Fejlődés	g	h	D
	A	B	

1. táblázat A kiválasztott kontextusok
Table 1. The chosen contexts

A fent említett rendszer definícióinak irodalmi előzményei vannak (Spengler, 1923; Crystal, 1990; Stanford, 2000; Papp, 2002; Magyar Beck, 2003a; 2004) amelyekre alapozva írjuk a következőket:

e. Kultúra: az ember a Homo Sapiens belső rendezetlenségével, entrópiájával szemben álló belső rendje. Ebből kiindulva a kultúra mindenek előtt információkat (funkcionális, vagy szabályozó információkat G. Turchany 1972-es definíciója szerint), elveket, ismereteket, értékeket, hagyományokat, szokásokat, véleményeket és más hasonló dolgokat, vagy szabályozó információkat jelent. Vagy Renan-t idézve: „A világ célja a szellem fejlődése”, vagyis a kultúra. Kizárólag akkor beszélhetünk kultúráról, ha az eszközök az ember belső rendjének szolgálatában állnak, már csak annál is inkább mivel ezeket az eszközöket először is maga a kultúra teremti. Ahogy Denis de Rougemont írja: „A kultúra igazsága és valódi nagyságra való esélye az uralkodó közös mérték, a szabály igazságában rejlik. Akkor igaz egy szabály, amikor az állandóan szem előtt tartja a kultúra céljait. Az igaz szabály az, amely az elméleti gondolkodás és a gyakorlati cselekvés minden lépését a társadalom legfőbb céljának rendeli alá. Az igaz szabály és a hozzátartozó intézkedés állandó tudatában van annak, hogy minden munkánk közös célkitűzéssel rendelkezik.”

f. Civilizáció: az ember által alkotott eszközök koherens rendszere. Ebből adódóan, a civilizáció mindenekelőtt szervezetekből áll: gazdaság, médiák, politikai rendszerek, vagy konstrukciókból, úthálózatok, gépek, stb. és ezek kapcsolatai, azaz funkcióval bíró információk.

g. Növekedés: a kultúrák és civilizációk bizonyos részeinek mennyiségi növekedése. A növekedés tehát főleg az ismeretek, értékek, utak, gépek stb. mennyiségi növekedésére vonatkozik.

h. Fejlődés: a kultúrák és civilizációk bizonyos elemeinek újracsoportosítása bizonyos értékek és érdekek nyomására. Ebből következik, hogy a fejlődés mindenek előtt a vélemények, hagyományok, szervezetek vagy politikai rendszerek belső fejlődését jelenti. Ez saját magunk fejlődését jelenti (művelni, oktatni, képezni) „minden művészet új erényeket, képességeket fejleszt ki bennünk ” (Michelet).

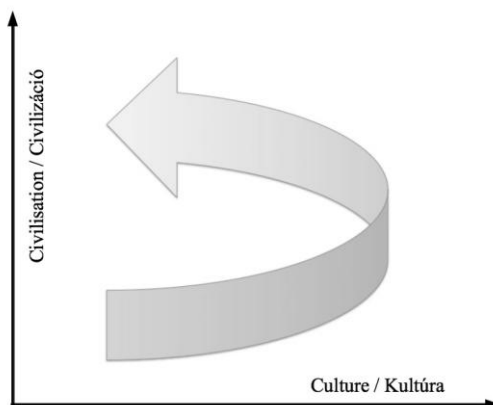
A rendszerünkben, a fenti ábra szerint az e, f, g, h mezők ezekből a műveletekből származó indikátorokat ábrázolják, és a következőképpen olvashatók:

- e. A kultúra növekedésének mutatói
- f. A civilizáció növekedésének mutatói
- g. A kultúra fejlődésének mutatói
- h. A civilizáció fejlődésének mutatói

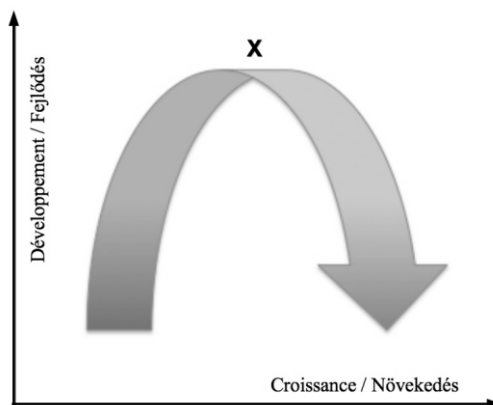
Bár a civilizáció bizonyos ideig a kultúrából táplálkozik, egy bizonyos fejlettségi fok után hajlamos öncélúvá válni, és az embert egyszerű eszközzé degradálni.

Első lépés ebbe az irányba, még akkor is, ha ez első látásra következmények nélkülinek tűnik, a manapság igen divatos munkamegosztás. Ebben az esetben a civilizáció az ember belső rendjének kárára fejlődik, vagy inkább túlburjánzik rajta, vagy pontosabban a kultúrán élősködik. Ezt a tényt megpróbáltuk a lenti, mindkét irányban értelmezhető görbével illusztrálni (**1. ábra**).

A növekedés ösztönözheti a fejlődést, ugyanígy a fejlődés generálhat növekedést, azonban ezek sosem egyirányú mozgások. Az új mezőgazdasági technológiák pozitívan hatnak a hozamra, azonban a talaj és a termékek minőségére való hatásuk nem bizonyított, és a piac sem részesíti egyértelműen pozitív fogadtatásban. Abban az esetben, ha a növekedést független változónak tekintjük, ezeket a viszonyokat az alábbi **2. ábra** mutatja.



1. ábra A kultúra és civilizáció viszonya
Figure 1. Relation of culture and civilization

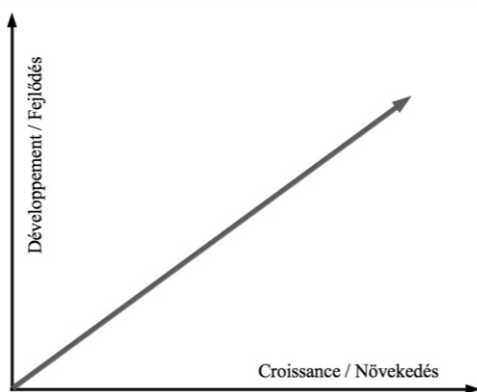


2. ábra A fejlődés és növekedés viszonya
Figure 2. Relation of development and growth

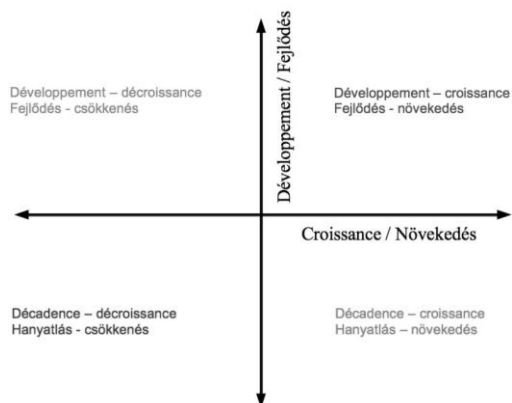
Meg kell jegyeznünk, hogy a fenti állítás csak a civilizációra érvényes. Ami a kultúrát illeti, a spirituális, szellemi értékek gyarapodása szintén a fejlődésünket eredményezi. A filozófiai tudásanyag, a logikus elméletek és szintézisek gyarapodása és azok hatása lehetővé teszi az alternatívák megsokszorozódását, és az ember látókörének kiszélesedését. Véleményünk szerint ezen az antropológiai kijelentésen sem Kuhn paradigmája, sem a posztmodern filozófiai anarchia sem változtatnak semmit. A legszűkebb értelmű elfogadással a kulturális gyarapodás és fejlődés a következőképpen képzelhető el (**3. ábra**).

Megkerülhetetlen alapok

Munkánk során úgy bizonyult, hogy olyan különféle jelenségekkel van dolgunk, mint a természet, társadalom, gazdaság, kultúra, civilizáció, gyarapodás, és fejlődés, amelyek között összetett összefüggések húzódnak. Egy olyan közös nyelvet kéne találni – lehetne a matematika –, amellyel azonos formában lehetne ezeket a jelenségeket, tényeket, evidenciákat leírni. Mindezt annak tudatában, hogy számos olyan jelenséggel és áthatással találkozunk, amelyek a matematika ismert eszközeivel leírhatatlanok. Ezt az érvelést követve megpróbáljuk az elemzést megkönnyítendő, bevezetni két új fogalmat: a „negatív növekedés” vagy csökkenés, és a „negatív fejlődés” a hanyatlás fogalmait. Ezekkel az új feltevésekkel, a modelleket az itt következő alap koordináta-rendszerben (**4. ábra**) ábrázolhatjuk.



3. ábra Fejlődés és növekedés viszonya
Figure 3. Relation of development and growth



4. ábra A fenntartható fejlődés koordináta rendszere
Figure 4. Coordinate system of sustainable development

Ezek a koordináták lehetővé teszik négy egyszerű ábra leírását:

1. Az európai ideál a Felvilágosodás kora óta az egyidejű gyarapodást és fejlődést jelenti.
2. A másik irányban, a bal alsó negyedben láthatjuk annak lehetőségét, hogy a hanyatlás párhuzamosan mehet egy csökkenéssel/visszafejlődéssel.
3. Ezzel ellentétben a jobb alsó mezőben egy hanyatlással kísért növekedéssel állunk szemben.
4. Az előbbiekkal szemben az európai civilizáció és a nyugati modellt követő szubkultúráinak rémálmával találjuk magunkat szemben, amikor a csökkenést hanyatlás kíséri.

A négy alapábra már reális, valódi folyamatok elemzésének eredményeképpen jött létre, nem meglepő tehát, hogy ezek a valóságban sokkal összetettebb kombinációkban jelennek meg. A gyarapodási és a fejlődési folyamatok egyöntetűen határozzák meg a kultúra és a civilizáció dinamikáját. A koordináta-rendszerünkben valójában még a harmadik, az idő dimenzióját is figyelembe kéne venni.

Az emberiség fejlődése mindig is a faj fejlődésének nyomása által volt meghatározva. Mivel az intellektusunk segítségével kiemelkedtünk az állatvilágból, a fejlődésünket nem csupán a biológia, hanem az intellektuális fejlődés is meg fogja határozni. Ebből az következik, hogy egyre magasabb szinteket kell majd elérnünk. *Az alapvető célunk tehát a spirituális és intellektuális képességeink Fenntartható Fejlődése.*

Összefoglalva, jól látszik, hogy a személyiségünk és könnyen tanulmányozható biológiai összetevői a spirituális és intellektuális gondolkodásunk alapját képezik.

Ennek alapján kell vizsgálni az ember és a természet viszonyát a rendszerelmélet és a holisztikus gondolkodás keretében. Sajnos a mostani tanulmányom nem tud mélyebben belemerülni az UNESCO - UNITWIN nemzetközi egyetemi hálózat ezen kutatásába, de szeretnék befejezésül egy-két támponttal szolgálni a rendszerelmélettel kapcsolatban.

Rendszerelmélet és Holisztika

Tudjuk, hogy a világmindenség egy rendszer és talán még egy nagyobb rendszer rész, de mi is a rendszer elmélet? A rendszerelmélet megalapozói Ludwig von Bertalanffy² és Norbert

² Ludwig von Bertalanffy (1901–1972) Bécsben született, és először 1937-ben, egy amerikai egyetemi szemináriumon beszélt a rendszerelmétről. Biológusként Kanadában dolgozott Bertalanffy elmélete – természetfilozófia.

Wiener³, az elmélet az ötvenes években látott világot. Egy konkrét rendszert úgy definiálhatunk, ha felsoroljuk (vagy más módon meghatározzuk) elemeit és megadjuk, hogy az elemek között milyen kapcsolatok (hatások és kölcsönhatások) léteznek. Egy rendszer definiálásakor meghatározzuk annak környezetét, a környezet viszont meghatározza a rendszert. Egy rendszernek valamely másakra akkor van hatása, ha annak következtében a másik rendszer állapota megváltozik. Az állapotjelzőket, mint változókat szintén fel kell sorolnunk ahhoz, hogy egyértelműen definiáljuk a rendszert és környezetét. Az állapotjellemzők kiválasztása a vizsgált probléma szerint különböző lehet (plurális környezet elve).

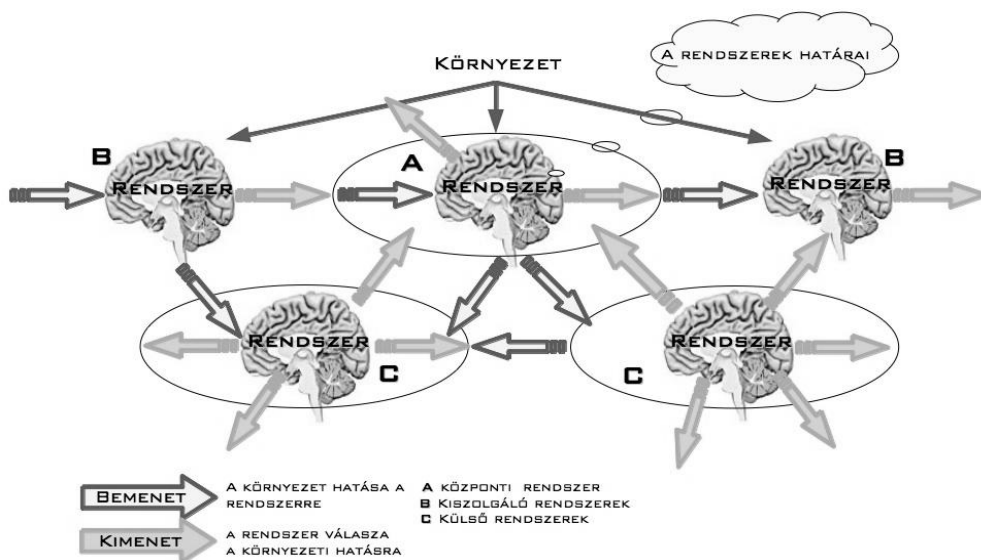
A külvilág azon tényezőit (elemeket és hatásokat), amelyek a rendszerre legalább elvileg közvetlen hatást tudnak gyakorolni (tehát hatóképesek) együttesen miliőspektrumnak nevezzük. A környezet a miliőspektrum azon részhalmaza, amely adott szituációban ténylegesen hatással van a rendszerre.

A potenciális környezeti tényezők (a miliőspektrum elemei) közül (egy konkrét szituációban) csak az tekinthető tényleges környezeti tényezőnek (a környezet elemének), amelynek aktuális értéke a rendszer aktuális toleranciájának (tűrőképességének) határán van, vagyis amelyik limitálja azt. Ezt nevezzük a limitáció elvének. A limitációt a környezeti és toleranciatényezők közvetlen összekapcsoltsága (komplementaritása) határozza meg, ez határozza meg egyúttal a rendszer állapotát is.

Az *Általános Rendszerelmélet*, az egészet és a teljességet kívánja vizsgálni. Kimondja, hogy az egész több mint a részek összege, a rendszer tulajdonságai nem következnek az alkotórészek jellegzetességeiből. A rendszerek elemekből épülnek fel, és nem elég azokat megismerni, hanem a kapcsolataikat, kölcsönhatásaikat kell megértenünk. Lényeges része a rendszerek fejlődése, az önszerveződés, az önalkotás. Fontos tétele, hogy minden rendszer nyitott, kölcsönhatásban, kapcsolatban áll a környezetével, más rendszerekkel.

A *Strukturalizmus* Franciaországban kialakult filozófiai irányzat. Az ember fölött szükségszerűséggel uralkodó objektív tényezőket, szerkezeti összefüggéseket igyekszik tudatossá tenni, s az emberi létet azoktól való függőségében magyarázza.

A fent említett két elmélet az alábbi, **5. ábrán** összegezhető.



5. ábra A rendszer és elemei
Figure 5. The system and its' components

3 Norbert Wiener (1894–1964) a kibernetika, az állatokban és a gépekben zajló hírközlés, vezérlés és ellenőrzés tudományának megalapítója. „Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine”

Rendszerek és elemeik:

Absztrakt rendszer: olyan rendszer, melynek minden eleme fogalom.

Konkrét rendszer: legalább egyetlen eleme anyagi valóság.

Rendszer környezete: olyan elemek és lényeges tulajdonságok halmaza, amelyek nem elemei a rendszernek, de bármelyik megváltozása a rendszer állapotának megváltozását eredményezi.

Komplexitás szerint:

a) Stabil: a lezajló folyamatok meghatározott paraméterek szerint történnek, az elemek kapcsolata definiált.

b) Instabil: a folyamatok állapota az előírt paraméterek által megszabott határt nem tudja betartani.

c) Komplex vagy ultra stabil: általában több rokon funkciót ellátó stabil alrendszer összetétele.

A rendszerelméletnek számtalan alkalmazási területe van, most csak a nagyobbakat szeretnénk felsorolni: asztronómia, bionika, kibernetika, biológia, fizika, gazdaság, logika tudománya, matematika, informatika és robotika, menedzsment tudományok, operációkutatások, politika, programozás (PERT, CPM), pszichológia, raszteres és vektoros modellek, rendszertechnika, természettudományok, vállalat, zene mind rendszer.

Holisztika – Holizmus: A területfejlesztésben és urbanisztikában⁴

A holisztikus-interdiszciplináris megközelítése: holisztikus az a szemlélet, amely egy összetett dolog vizsgálatánál nem éri be az alkotórészek analitikus elkülönítésével, mert a dolog egészét többnek tekinti, mint részeinek és aspektusainak összességét. Ilyen „dolog” lehet például egy ember - nem gondolhatjuk, hogy valakit megragadhatunk csontváza, vérkeringése, lelkialkata, műveltsége és további tízezer „alkotórésze” halmazaként. Ha azt mondjuk, „ő”, olyan egységet mondunk ki, aminek persze a csontváz, a vérkeringés, a lelkialkat vagy a műveltség is „alkotórésze”, mégis érezzük: ez olyasmi, ami több mint véges számú komponenseinek valamilyen rendezettsége. Az orvostudomány, a biológia, a pszichológia vagy a társadalomtudományok rengeteget tudhatnak róla, de hogy ki „ő”, arra egyetlen résztudomány sem tud önmagában válaszolni. Az urbanisztika és a területfejlesztés is ilyen holisztikus megközelítés után kiált: nem is véletlen, hogy gyakran használnak vele kapcsolatban biológiai metaforákat. Az urbanisztika és a területfejlesztés is egy holisztikus megközelítés tehát nem véletlen, hogy gyakran használnak vele kapcsolatban biológiai metaforákat.

A területfejlesztésről való gondolkodásnak, az urbanisztika tudományának is interdiszciplináris természetűnek kell lennie: egy várostervezőnek, városépítésznek, városkutatónak egyszerre kell szociológiai, jogi-politikai, építészeti, műszaki-technikai, környezetvédelmi, élettani, sőt antropológiai megfontolásokat szem előtt tartania. Sőt, túl kell lépnie a konvencionális tudományok, a problémamegoldó gondolkodás rutinjain, és a várost művészi eszkézként is kell tekintenie, és nem hanyagolhatja el a spirituális vonatkozásokat sem.

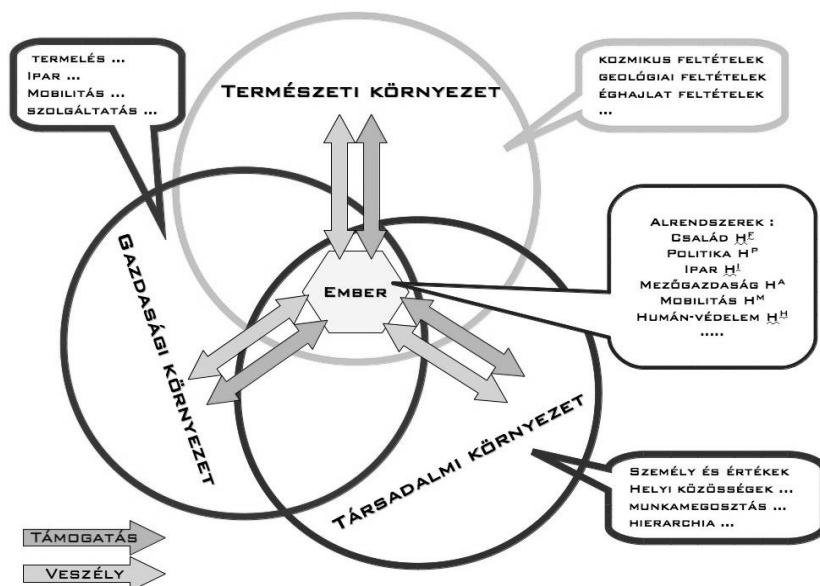
Fenntartható fejlődés, az ember mind egy rendszer része és nem ura⁵

Az élet megjelenése után, az evolúció során egyes fajok csoportokat alkotnak, kialakul közöttük a hierarchia, és a táplálékláncban elfoglalt helyzetüknek megfelelően létrejön a „társadalmi” környezet, egyidejűleg a környezet alrendszereivel való támogatás-veszélyeztetés kapcsolat egyoldalúból kölcsönössé válik. A több évtizede megalkotott három pillért tehát

4 A holisztika tudományának oktatását a területfejlesztésben és urbanisztikában 1965-ben a EPFZ Zürichi Műszaki Egyetem ORL kara vezette be Jakob Maurer, Franz Oswald, Willy A. Schmid és Guy Turchany kutatásai alapján.

5 Tanulmány: Université Internationale du Développement Durable, Club of Sustainable Development Guy Turchany

kiegészítettük a rendszer elmélet és holisztika rendszereivel és alrendszereivel, ami az alábbi 6. ábrához vezetett.



6. ábra Ember és a természet viszonya a globális rendszerben
Figure 6. Relation of man and nature in the global system

Az emberi élet megjelenése után, a fejlődés során a létrejön a gazdasági környezet, és kialakul a valóságos társadalmi környezet. Az ember, mint olyan, rendszerének és ráfókuszált környezetének különböző szintjeit vizsgálhatjuk, például: egyén, Család (HF – family), Politika (HP – policy), etnikai közösség, város, ország, unió, kontinens, Emberiség. Az ember rendszere saját alrendszerein keresztül kerül kölcsönös kapcsolatba a környezete alrendszereivel, de a környezet és gazdaság alrendszerei egymással is kölcsönhatásba vannak.

Irodalom

- Carlson, R. 1962: Silent Spring. Houghton and Mifflin Company, Boston, 2002. edition.
- Chardin, P. T. De 1955: Az emberi jelenség. Ford. Bittei Lajos és Rónay György. Gondolat Kiadó, Budapest, 1973.
- Commission du Développement Durable 2002: La Déclaration Politique de Johannesburg sur le Développement Durable. Institut International du Développement Durable, Winnipeg, Canada.
- Crystal, D. (szerk.) 1990: The Cambridge Encyclopedia. Cambridge University Press, Cambridge.
- Csányi V. 1999: Az emberi természet. Vince Kiadó, Budapest.
- Elvin, M. 1973: The Pattern of the Chinese Past. Eyre Methuen, London.
- Ferenczi S. 1928: Katasztrófák a nemi működés fejlődésében. Pszichoanalitikai tanulmány. Pantheon Kiadó, Budapest.
- Frankl, V. E. 1989: Az ember az értelemre irányuló kérdéssel szemben. Ford. Molnár Mária és Schaffhauser Ferenc. Kötet kiadó, Budapest, 1996.
- Fülek Gy. 1994: A talajvédelem és a környezetkímélő tápanyag -gazdálkodás. AGRO-21 füzetek, 1: 87–99.
- Gregory, R. L. (ed.) 1987: The Oxford Companion to the Mind. Oxford University Press, Oxford, New York, Toronto.
- Gyulai I. 2002: A fenntartható fejlődés lényege és megvalósításának akadályai . In: Nemzetközi

- együttműködés a fenntartható fejlődés jegyében és az Európai Unió fenntartható fejlődés stratégiája. Fenntartható Fejlődés Bizottság, 2002. p. 11–14.
- Hungarian Commission on Sustainable Development Budapest 2002: Hungary: Basic features and indicators of social, environmental and economic changes and planning for sustainability. National information to the World Summit of Sustainable Development, Johannesburg.
- Jung, C. G. 1946: *On the Nature of the Psyche*. Transl. by R. F. C. Hull. Princeton University Press, Princeton, N. J. 1973. E művében Jung határozottan állítja, hogy a pszichológiai jelenségek nem mérhetőek, ami számunkra azért egy fontos kijelentés, mert a kultúrát mi elsősorban ezekhez a jelenségekhez kötjük. Azonban ehhez képest a pszichológia lassan minden ismert pszichológiai jelenséget megtanult mérni. Azt viszont el kell ismernünk, ezek a mérések meglehetősen távoli modelljei a mért jelenségeknek. Mindazonáltal biztosítják a digitális értelemben vett kezelhetőségüket.
- Kuhn, T. S. 1970: *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Leftwich, R. H. 1984: *A Basic Framework for Economics*. Business Publications, INC. Plano, Texas.
- Magyari Beck I. 2003a: Város a civilizációban és civilizáció a városban. Építészfórum (Internet-újság), július 30., és „Városi élet ma – kultúra kontra civilizáció” címmel jelent meg Új Horizont, 5: 3–17.
- Magyari Beck I. 2003b: Érték és pedagógia. Akadémiai kiadó, Budapest.
- Magyari Beck I. 2004: Pedagógiai realizmus. Valóság, 1: 1–14.
- Meadow, D. and al. 1971: *Halte á la croissance*. Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.
- Meadow, D. and al. 2004: *Halte á la croissance 30 ans après*. Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.
- Németh L. (1992-ben újraközölt tanulmányai): A minőség forradalma. Kisebbségben. Püski, Budapest.
- Papp S. 2002: Fagyöngy-civilizáció. Új Horizont, Veszprém.
- Pareto, V. F. D. 1896: *Cours d'économie politique*. Presse Universitaire Lausanne, Lausanne.
- Pareto, V. F. D. 1906: *Manuel d'économie politique*. Presse Universitaire Lausanne, Lausanne.
- Quarrie, J. (ed.) 1992: *Earth Summit*. The Regency Press Corporation, Gordon House, London.
- Smith, A. 1776: *The Wealth of Nations*. Penguin Books, London, 1986.
- Spengler, O. 1923: *A nyugat alkonya*. Ford. Juhász Anikó, Csejtei Dezső és Simon Ferenc. Európa Könyvkiadó, Budapest, 1995.
- Stanford, C. B. 2000: *The Cultured Ape? The Sciences*, May/June, 2000. p. 38–43.
- Szent-Györgyi A. 1970: *The Crazy Ape, Written By A Biologist For The Young*. Philosophical Library, New York.
- Turchany, G. 1972: *Economie, environnement, l'homme dans le développement de territoire* ETHZ Zürich.
- Turchany, G. 1989: *Etude pour un développement écologique des ports fluviaux* ETHZ Zürich
- Turchany, G. 1991: *Bases pour une planification écologique* ETHZ Zürich
- Turchany, G. 1991: *Etude pour un développement écologique des ports fluviaux tome 2* ETHZ Zürich.
- Turchany, G. 1992: *Eco-Audit Instrument de gestion de la qualité de l'environnement*. Centre d'Ecologie Humaine et des Sciences de l'Environnement Université de Genève.
- Turchany, G. 1993: *Social and environmental responsibility in a market economy*. Ministry of the Environment and Regional Policy, Departement of Resarch and Education, Budapest.
- Turchany, G. 1998: *Le management environnemental dans l'urbanisme*, Presse Polytechnique Romande.
- Turchany, G. 1999: *L'espace vital biologique et écologique dans la théorie environnementale*. Conférence, Académie des Sciences Hongroises.
- Turchany, G. 1999: *Local Agenda 21 et du management environnemental dans les administrations*

- locales. Etude et publication, Ministère de l'Intérieur de la République de Hongrie.
- Turchany, G. 2001: L'influence du Local Agenda 21 sur l'aménagement territoire et l'urbanisme, Presse Polytechnique de Lausanne.
- Turchany, G. 2002: Agenda 21 Régional dans un bassin hydrographique Presse Polytechnique de Lausanne.
- Turchany, G. 2002: „Vers le Développement Durable” Université Claude Bernard Lyon.
- Turchany, G. 2003: Agenda 21 Local et son application dans une région agroenvironnemental Hármaskönyv Kiadó, Budapest.
- Turchany, G. 2004: La politique de l'agriculture durable dans l'UE. Presse Polytechnique de Lausanne.
- Turchany, G., Beránek L., Fülek Gy., Magyar-Beck I., Turcsányi K. 2004: A fenntartható fejlődés: mítosz vagy valóság? Valóság, 6(6): 1–18. és la lettre de l'Académie des sciences (France), 12: 15–23.
- Turchany, G., Erős V. 2007: A személy, a régió és a föderalizmus Magyar Tudomány 3 354-364
- Turchany, G., Fülek Gy., Turcsányi K., Vörös M. 2007: A fenntartható fejlődés problematikája, előzményei és kilátásai. Liget, 6(6): 58–69.
- Turchany, G., Turcsányi K. 2008: A fenntartható fejlődés: kihívás és lehetőség a vállalati menedzsment részére. Magyar Minőség, 17(7): 6–25. és 17(8-9): 10–25.
- The World Commission on Environment and Development 1986: Brundtland Commission Report. Oxford University Press, New York.
- Walras, L. 1874: Éléments d'économie politique pure. Librairie générale de droit et de jurisprudence, Paris, 1952. edition.

Abstract

RELATION OF MAN AND NATURE IN THE GLOBAL SYSTEM

GUY TURCHANY

University of Pannonia and UIDD Université Internationale du Développement Durable
H-4069 Egyek, Petőfi S. u. 7., Hungary, e-mail guy@prof-turchany.eu

Obama said that he can not predict if the use is going to be capable for a total change from oil based economy to something else in his life. But also mentioned: „time is up to start this change and to invest in a new way for making energy. [...] I have no idea what kind of new energy source will be available, what technology can reduce the price of renewable ones. [...] What we can predict, is the decreasing availability of the fossil resources: it is going to be more expensive to mine, and we leave the environmental burden on our children, grand children and great-grand children to carry”. Obama's statement can be a warning type, first of all because he neglects that natural resources are part of a complex system where man is not the center but a part. Climate change energy, water and food management are related, understanding the interactions in the relation of man and nature is the basic criteria in order to give adequate answer to Obama's concerns. This is why the above mentioned problems will be analyzed according to the General System Theory and Nature Philosophy, beyond elementary components always analyzing the Whole, their relations, interactions, self organization of the system and recognition processes. The whole is more than the sum of its parts; its characteristics are not the results of its components' characteristics. Causality relations form a complicated, complex network. The essence of the theory is that the system forms a whole with a higher stage of complexity than its components' complexity so it has its own characteristics. According to its willing, the system theory wishes to report on its momentary state (equilibrium) on one hand, and on the laws of transformation from one state to another, among others with the introduction of the definition of feedback on the other hand. I will examine the

present global trends, taking into account the nexus of viable city-countryside as a result of these interactions in order to anticipate misunderstandings because as D. de Rougemont wrote „biggest misunderstandings are born when we mix up the meaning of the words”.

A VÍZ, MINT TERMÉSZETI ERŐFORRÁS AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS TÜKRÉBEN

KONECSNY KÁROLY¹ és MIKA JÁNOS²

¹Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Főfelügyelőség

1016 Budapest, Mészáros u. 58/a., e-mail: konecsny@mail.kvvm.hu

²Eszterházy Károly Főiskola, Eger; Országos Meteorológiai Szolgálat

3300 Eger, Leányka u. 6., e-mail: mika.j@met.hu

Összefoglalás

Az országban rendelkezésre álló vízkészletek felméréséhez szükséges a vízháztartási összetevők (csapadék, területi párolgás, lefolyás) ismerete. Ezek változásait alapvetően az éghajlati tényezők alakítják, így az éghajlatváltozás hatásai alatt állnak. Ezért írásunk első felében az éghajlat várható alakulását jellemezzük elsősorban a Kárpát-medencében, de kitekintéssel a Duna vízgyűjtő távolabbi területeire is. E számításokból a vízmérleg átlagos viszonyainak romlására következtethetünk, ám ebből sajnos nem következik egyszersmind a vízjárás szélsőségeinek csökkenése. A folyók vízkészleteinek számításához bizonyos mértékben a közepes és maximális vízhozam adatok is irányadók lehetnek, de a hasznosítható vízkészletek meghatározásához, a kisvizek időbeli és térbeli változásainak részletes vizsgálata szükséges. Ezt a Tisza és öt mellékfolyója – Szamos, Hernád, Berettyó, Fekete-Körös és Maros – hazai szelvényein észlelt kisvízhozamainak hidrológiai statisztikai jellemzői alapján vizsgáljuk. A bekövetkezett változásokat, a vízhiányos időszakok jellemzőit, 58 év (1950–2007) hosszúságú napi kisvízhozam idősorok alapján értékeljük.

Kulcsszavak: vízháztartás, éghajlatváltozás, kisvízi időszak, vízhozam küszöbérték, víztömeghiány

Bevezetés

A világ számos országában, de az Európai Unióban is a vízhiány egyre több kárt okoz, és egyre jobban korlátozza a gazdasági növekedést. Az aszály gazdasági hatását az elmúlt 30 évben uniós szinten összesen 100 milliárd euróra becsülik. Ennek ellenére nincs átfogó, műszakilag és tudományos szempontból is elfogadható értékelés az Unióban található vízmennyiség helyzetéről és az elérhető adatok nagyon korlátozottak. Az árvízkezeléssel összehasonlítva sokkal kevesebb tanulmány készül a kisvizek idején kialakuló vízhiány hidrológiai és vízgazdálkodási vonatkozásairól, pedig Európa-szerte a felszíni vizek – tavak és folyók – adják az összes édesvízkivétel 81%-át. Bár Magyarországon az ivóvízszükséglet döntő hányadát a felszín alatti vízkészletekből biztosítják, a mezőgazdasági és ipari víz legnagyobb része a folyók vízkészletéből származik.

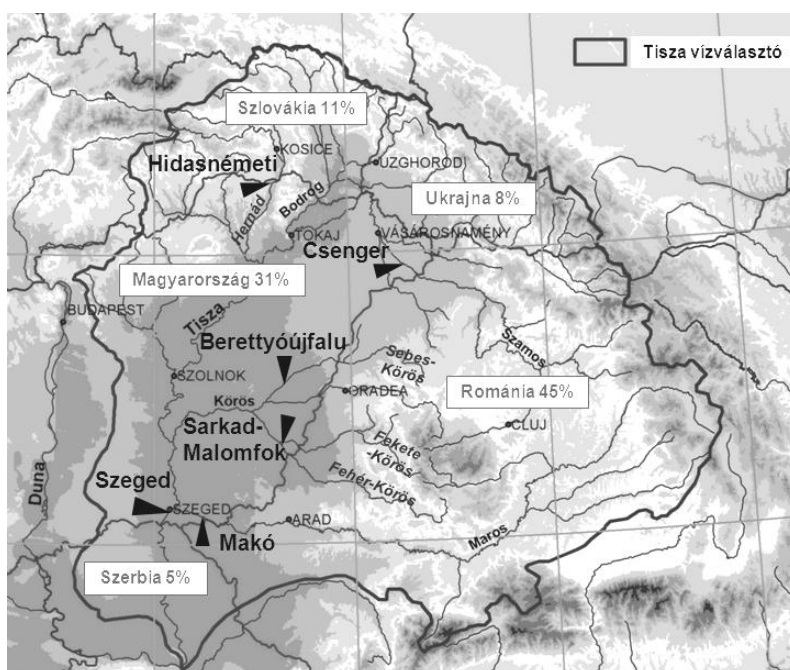
Az elsvatagosodás és az aszály elleni küzdelemről szóló ENSZ-egyezmény (1994) szerint, Magyarország egész területe aszályal sújtott térségnek tekintendő, tehát a vízhiány kezelése megkerülhetetlen kérdéssé vált. Ezt mutatja az is, hogy Magyarország 2011. első félévi uniós elnökségének idején az egyik prioritásnak a vízgazdálkodást és a Duna-stratégia uniós programként való elfogadását tartja.

A Kárpát-medence vízkészletei időben és térben rendkívül változékonyak. A Tisza vízgyűjtő területén sokévi átlagban 715 mm csapadék hull, amiből 600 mm elpárolog, 115 mm lefolyik, de szárazabb években az értékek jóval kisebbek. A vízgyűjtőterület hazai részén az évente felhasznált vízmennyiség 14,8 milliárd m³, amiből az összes vízkivétel mintegy 1,0 milliárd m³ (VKKI 2009).

Az évi csapadék 1961–2006 közötti európai területi eloszlásának változását bemutató térkép (<http://www.ensembles-eu.org>, <http://www.ece.knmi.nl>), azt mutatja, hogy a Tisza

vízgyűjtőben 30–120 mm-el csökkent az évi csapadékösszeg. Az éghajlatváltozás hatására a lefolyás a teljes Duna vízgyűjtőben és ezen belül a Tisza vízgyűjtőben is várhatóan jelentősen fog csökkenni 2071–2100-ig, az 1961–1990 referencia időszakhoz viszonyítva. A LISFLOOD szimuláció alapján az Európa területére készült térkép szerint a Tisza, Szamos, Hernád, Körösök, Maros vízgyűjtőkön a nyári lefolyás mértéke 20–40%-al fog csökkenni (http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2008_4).

A vízhiány térben és időben nem egyenletes, a felszíni vízkészletek (folyók vízhozama) az időjárási és a helyi természetföldrajzi-vízföldtani jellemzők hatására eltérő mértékben csökken. A nagyvízi és kisvízi időszakokban többnyire elegendő vízkészlet áll rendelkezésre, de az év jelentős részében a kisvízi lefolyási viszonyok jellemzőek. A kisvízes időszakokban végzett vízkészlet-gazdálkodási tevékenység hatékonyságának növeléséhez, szükséges a kisvízhozamok részletes felmérése és hidrológiai statisztikai értékelése. Az ország nagyobb folyói így a Tisza és jelentősebb mellékfolyói is országhatáron túl, a Kárpátokban erednek (1. ábra).



1. ábra A hat hosszú vízhozam adatsorral rendelkező vízmérce szelvény elhelyezkedése Tiszán és a vizsgált öt jelentős mellékfolyóján

Figure 1. Situation of the six water level gauges with long water yield datasets on River Tisza and its five significant tributaries

A tanulmányunkban bemutatott folyószakok kisvízi jellemzőivel kapcsolatban négy esetben a már végeztünk hidrológiai statisztikai feldolgozásokat (Konecsny 2010a; 2010b; 2010c; Konecsny és Bálint 2010a; 2010b), ezeket az eredményeket felhasználva, és a Hernád és Tisza folyók alsó szakaszára vonatkozóan most feldolgozott adatok alapján mutatjuk be vizsgálataink fő következtetéseit.

Felhasználható vízkészletnek csak azt a vízhozamot tekinthetjük, amely tartósan és nagy biztonsággal a kritikus nyári időszakban is kivehető a mederből – hiszen a vízfolyásokban a vizek nagyobb része rövid idő alatt levonuló árvizek, vagy a téli időszakban jelenik meg, és így közvetlenül nem hasznosítható. vízminőségvédelmi, ökológiai szempontból is fontosak ezek az ismeretek, pl. a kémiai hígulás mértékének számításához rendkívüli vízszennyezés esetére.

Végül, de nem utolsósorban az éghajlatváltozás hidrológiai hatásainak értékeléséhez kapcsolódó becslésekhez, a szélsőséges hidrológiai jelenségek mértékében, gyakoriságában bekövetkező változások vizsgálatához is fontosak ezek az információk.

Klímaváltozás a Világban és Magyarországon

A globális klímaváltozás okai

Bolygónk légkörében és éghajlatában néhány változás meglehetősen egyértelmű. A széndioxid légköri koncentrációja az iparosodás előtti 280 ppm értékről 2008-ra földi átlagban 384 ppm-re (milliomod térfogat-hányadra) nőtt. A metán koncentrációja az iparosodás előtti 700 ppb értékről 1790 ppb-re (milliárdomod térfogat-hányadra) emelkedett. Mindkét gáz mennyisége messze meghaladja az utóbbi 650 000 év legmagasabb értékét. További, üvegház-gáz még az eddig mintegy 20 %-kal növekedett dinitrogén-oxid, valamint a nagyszámú, gyakorlatilag csak mesterséges úton a légkörbe kerülő halogénezett szénhidrogén. Az üvegházgázok feldúsulásának betudható sugárzási kényszer 1750-től napjainkig $+2,30 \text{ Wm}^{-2}$.

A légkör folyékony és szilárd alkotórészei, az aeroszok (szulfát-, szerves szén-, nitrát- és por-részecskék) együttesen hűtő hatást fejtenek ki, amely kb. akkora, mint a CO_2 -n kívüli üvegházgázok melegítő hatása. Ha a fenti antropogén eredetű külső hatások eddigi mértékét összeadjuk, akkor az eredő kb. azonos azzal a $+1,6 \text{ Wm}^{-2}$ -rel, amit önmagában a széndioxid feldúsulása okozott.

Az 1906 és 2005 közötti száz évben a Föld átlaghőmérséklete (a felszíntől 2 méterre, árnyékban megfigyelve) $+0,74 \text{ }^\circ\text{C}$ mértékű melegekedést mutat. Ezen belül, a második 50 évben a melegekedés üteme ennek kb. kétszerese, $0,13 \text{ }^\circ\text{C/évtized}$. A műholdas adatok szerint 1978 óta az északi tengeri jég kiterjedése évi átlagban 2,7 %-kal, ezen belül nyáron 7,4 %-kal csökken évtizedenként! Az északi félgömb örökké fagyott talajrétegeinek tetején a hőmérséklet megemelkedett közel $3 \text{ }^\circ\text{C}$ -kal. Az évszakosan fagyott talaj kiterjedése kb. 7%-kal csökkent az északi féltekén 1900 óta.

Mindezek alapján az IPCC (2007) így foglal állást a klímaváltozás kérdésében: „nagyon valószínű, hogy a globális átlaghőmérsékletben a 20. század közepe óta megfigyelt növekedés nagy része az antropogén üvegházgázok koncentráció-növekedésének tudható be”.

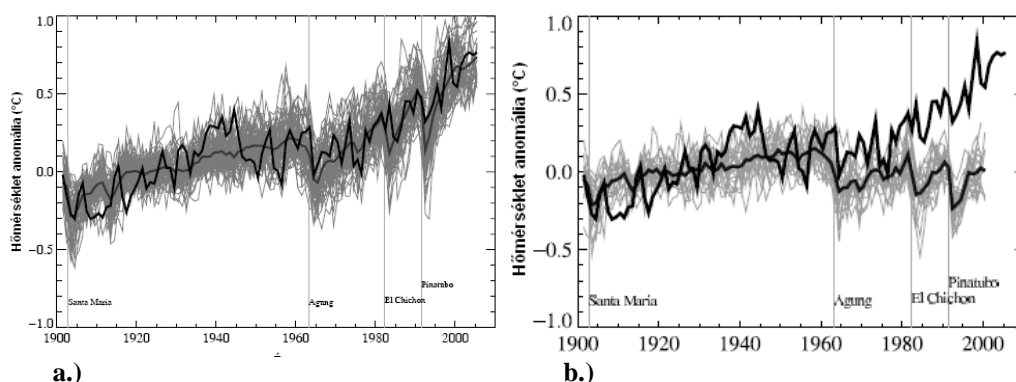
A globális klímamodellek – az előrebecslés eszközei

A jövőbeli változást és annak térbeli jellemzőit az úgynevezett éghajlati modellek felhasználásával számítják ki a tudomány. Ezek két fajtája, a globális modellek, illetve a regionális modellek egyaránt a fizika alaptörvényeit, tehát a tömeg, az impulzus és az energia megmaradását öntik matematikai egyenletekbe. A legfejlettebb *globális klímamodellek*et kapcsolt óceán-légkör általános cirkulációs modelleknek is nevezzük. Az ilyen modellekben egyszerre történik számítás a teljes Földre, igaz viszonylag durva (100–200 km-es) rácsávolsággal. Ez a felbontás nyilvánvalóan nem elegendő a helyi változások pontos meghatározására, kivált pl. a vízgazdálkodási szélsőségek tekintetében oly fontos csapadék esetében, ezért szükség van a *regionális modellekre* is. Ezek a globális modelleket háttérként használják, s egy kiválasztott kisebb régió (pl. Közép-Európa) sokkal finomabb (napjainkban már 10–25 km-es) rácsávolsággal számítják végig az éghajlat alakulását. E kiválasztott térség határán minden időpillanatban a háttér-modell, azaz valamelyik alkalmas globális klímamodell szolgáltatja a számítások oldalsó határfeltételét, s ugyanígy a számítások kezdeti feltételeit is.

A felmelegeedés magyarázata a globális modellekben

A globális éghajlati tényezők és a klímamodellek együtt alkalmasak arra, hogy a naptevékenység ingadozásával (ez egy nagyságrenddel kisebb az antropogén tényezőknél) és a

vulkánosság (a kén-dioxidban gazdag kitörések esetében is csak 1–3 évig fennálló) hatásaival kiegészítve, jól visszaadják az elmúlt évszázad történeteit, s annak második felében az egyirányú melegedést (2. ábra).



2. ábra Az utóbbi fél évszázad globális felmelegedésének antropogén eredete (IPCC, 2007) 17 globális klímamodellben minden ismert antropogén és természetes tényezőt figyelembe véve (az **a.) ábra** vonal-felhője), a számítások jól visszaadják a Föld átlaghőmérsékletének (vastag fekete) évtizedes alakulását. Ha viszont az összes antropogén hatást elhagyva, csak a természetes kényszerek és a modellek belső ingadozása alakítja a hőmérsékletet (a **b.) ábra** vonal-felhője), akkor a XX. század második felében szétválik az ilyen szimuláció és a tényleges változás.

Figure 2. Anthropogenic origin of the last half century's global warming (IPCC, 2007) Incorporating all known anthropogenic and natural factors of the 17 global climate model (line cloud of **Figure a.**), calculations are well demonstrating the decadal change of the average temperature (thick line) of Earth. But, if we abandon all anthropogenic effects, taking into consideration only natural constraints and inside fluctuation of the models and see what happens with the temperature (point cloud of **Figure b.**) then simulation and real change separates in the second half of the 20th century.

Ahhoz, hogy ennek ellenére, mégse az ember okozza a felmelegedést, a világ tudományának két nagy hibát kellene elkövetnie. Az egyik az lenne, hogy erősen túlbecsüli számításaiban az üvegházgázok felszaporodása miatti hőmérsékletváltozást. A másik pedig az, hogy olyan ismeretlen külső tényezők okozzák a jelenlegi változást, amiről a világnak nincsen tudomása. E két hiba együttes valószínűségét teszi mondja az IPCC legfeljebb 10 %-osnak.

Ez az ábra talán kissé messzire vezetett a hazai klímaváltozástól, de úgy gondoltuk, érdemes megmutatni, hogy miért tartjuk ennyire valószínűnek írásunk premisszáját, a globális klímaváltozás emberi eredetét, s emiatt folytatódását.

A várható változások előrejelzése

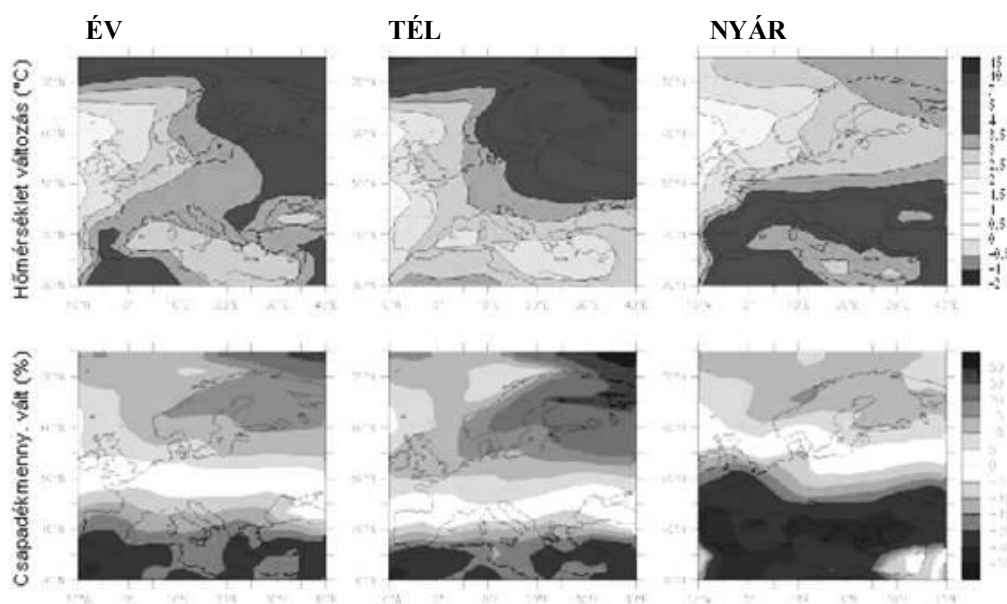
A klímamodellek szerint, ha a légkör összetételét a 2000. évi értéken lehetne tartani, az eddigi kibocsátások miatti „büntetesként” a következő 20 évben akkor is további 0,1 °C/évtized melegedés lépne fel. Közel kétszer ilyen gyors, 0,2 °C/évtized melegedés várható akkor, ha a kibocsátás a mai tendenciák extrapolációjával képzett forgatókönyvek valamelyikének megfelelően növekszik. Távolabbra tekintve, a XXI. század későbbi évtizedeiben már egyre fontosabb szerepe lesz annak, hogy milyen ütemben növekszik az üvegházgázok kibocsátása. Ettől függ ugyanis, hogy századunk végére Földünk átlag-hőmérséklete további 1,1 vagy éppen 6,4 °C-szal fog-e emelkedni.

Az alábbiakban az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) 2007. évi Negyedik Értékelő Jelentésében (10. fejezet Supplement) közreadott 21 OAGCM modell-eredmény alapján bemutatjuk a hőmérséklet és a csapadék téli, illetve nyári átlagértékeinek változásait. A

megváltozás-térképek a 2080 és 2099 között várható változásokat mutatják be az 1980–1999 évek átlagaihoz viszonyítva, a közepesen gyors A1B kibocsátási forgatókönyv alapján.

Európában a hőmérséklet emelkedése meghaladja a földi átlagos melegedést. Télen és évi átlagban a kontinens észak-keleti, míg nyáron a déli vidékei melegszenek gyorsabban. A csapadék változásának előjele északon pozitív, délen negatív. Az elválasztó vonal (zérus változás) télen tőlünk délebbre, nyáron tőlünk északabbra húzódik (**3. ábra**).

Megjegyezzük, hogy ezt az Európa közepén húzódó elválasztó vonal az alábbiakban is említett PRUDENCE projekt 50 km-es felbontású modelljeiben éppúgy visszatükröződik (Christensen et al., 2007), mint ENSEMBLES Projekt a legfrissebb térképei között (van der Linden és Mitchell, 2009), illetve a hidrológiai számításoknál említett, más modellekben. Ugyanakkor az elválasztó vonal pontos helye az egyes évszakok és modellek között erősen különbözhet.



3. ábra A hőmérséklet (felül) és a csapadék (alul) változásai 2080–2099-re az 1980–1999 évekhez képest Európában

Az általános melegedés mellett, a csapadék változása előjelében is különbözik Észak-, illetve Dél-Európában. A csapadék-többlethez jutó, enélkül is nedves, észak-európai és a tovább száradó dél-európai területek közötti határvonal évi átlagban hazánkhoz közel húzódik.

Figure 3. Change of temperature (above) and precipitation (below) for 2080–2099 compared to 1980–1999 in Europe

Besides general warming, precipitation differs in its indication in Northern and Southern Europe. Borderline between the already wetter Northern Europe that will get even more precipitation and the already drier Southern Europe that will get even less precipitation is around Hungary in yearly average.

A klímaváltozás hazai sajátosságai

Az **1. táblázat**ban összefoglaltuk a magyarországi évszakai és éves hőmérséklet- és csapadékváltozások számszerű becsléseit. Különböző modellkísérletek és empirikus elemzések eredményeit a 2030-ra várható, 1°C-os globális melegedéshez vonatkoztattuk. Az első két sorban durva felbontású, globális klímamodellek 17, illetve 21 számítása alapján kapott átlagok láthatók az IPCC két legutóbbi Jelentése alapján. A harmadik sor az európai „PRUDENCE” projekt 25

futtatásának átlagolt eredményeit mutatja be, amelyben a finomabb, 50 km-es felbontású modelleket 1-1 durvább, kb. az első sorban szereplő (2001-es szintnek megfelelő) modellhez kapcsoltak. Végül, a táblázat negyedik sora a hazai adatok és a globális hőmérséklet között megfigyelt statisztikai kapcsolatokon, továbbá régmúlt idők úgynevezett paleoklíma adatain alapuló, összesen 5 empirikus eredményt átlagolja ki.

A táblázat egymás alatti számaiból látható, hogy a különféle eljárások átlagai előjel és nagyságrend szerint hasonló eredményeket adnak. Ezek alapján, hazánkban a hőmérséklet a földi átlagnál valamivel gyorsabban emelkedik majd, különösen nyáron és ősszel. A csapadék évi összegben csak kevéssel csökken, de a változás éven belüli megoszlása igen előnytelenül alakul. Nyáron és ősszel, amikor a természet amúgy is kiszárad, a csapadék tovább csökken, s ezt a téli-tavaszi többlet-csapadék csak részben ellensúlyozza. A négy csoport eredményei között előjel és nagyságrend szerinti egyezés mutatkozik.

	Hőmérsékletváltozás Magyarországon (°C)					Csapadékváltozás Magyarországon (%)				
	Év	Tél	Tavaszi	Nyár	Ősz	Év	Tél	Tavaszi	Nyár	Ősz
IPCC 2001	1,0	1,0	0,9	1,2	1,0	-2,5	4,0	-2,3	-4,9	-2,8
IPCC 2007	0,9	1,0		1,3		-0,7	1,9		-3,7	
PRUDENCE	1,4	1,3	1,1	1,7	1,5	-0,3	9,0	0,9	-8,2	-1,9
EMPIRIA		2,0		1,1		-2,2	7,6		-19,7	

1. táblázat Várható változások Magyarországon 2030-ra, az 1961–1990 évek átlagához képest (A hiányzó évszakokban nem készült, vagy nem tettek közzé adott tartalmú elemzést.)

A földi átlaghőmérséklet emelkedésének legvalószínűbb mértéke ebben az időszakban 1 °C.

Table 1. Expectable changes in Hungary for 2030, compared to the average of years 1961–1990 (In missing seasons such analyses was not prepared or published.)

The most probable increase of average surface temperature in this period is 1 °C.

A szélsőségek alakulása

A fenti táblázatból csak az évszakai átlagok alakulását tudjuk nyomon követni. A finomabb felbontású modellekből és a legutóbbi monoton melegedés tapasztalati adatai alapján az időjárási és éghajlati szélsőségekről a következőket mondhatjuk.

A modellek szerint a csapadékhullás intenzitása átlagosan nőni fog, ám csökken a csapadékot adó napok gyakorisága. Más szóval, mind az esetenként heves csapadékot adó záporok, mind az aszály kockázatát fokozó, száraz időszakok gyakoribbá válhatnak, ha az éghajlat a modellek számításainak megfelelően alakul. Az e megállapításokat alátámasztó részletes térképek megtalálhatók a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (NÉS, 2008) honlapján (www.kvvm.hu/cimg/documents/nes080214.pdf).

Végül, azt gondolnánk, hogy a globális melegedéssel párhuzamosan egyértelmű a fagyok mérséklődése és ritkulása, ám a hazai adatok szerint ez csak a leghidegebb fagyokra teljesül. A mérsékelt téli fagyok, illetve a késő tavaszi, különösen veszélyes hideg szélsőségek gyakorisága nem mutat csökkenést a megfigyelt adatok szerint (Kalmár és Németh, 2006). Ennek oka minden bizonnyal az, hogy a globális melegedéssel párhuzamosan a téli félévben megerősödnek az anticiklonok (IPCC, 2007: WG-I: 710. o., 9.16 ábra).

Végezetül megjegyezzük, hogy a klímaváltozás regionális sajátosságait egyre újabb, regionális modellekkel is meg tudjuk becsülni. Ezek felbontása immár néha 10 km, mégis számos közlemény utal rá, hogy az eredményei között jelentősek az eltérések. Emiatt a legfrissebb futások eredményeit is célszerű együttesen, egyfajta bizonytalansági szórással együtt kezelni, ahhoz hasonlóan, mint ez történik az ENSEMBLES Projekt térképei esetében (van der Linden és Mitchell, 2009)

A vizsgált folyószakaszok vízrajzi jellemzői és a vízjárást befolyásoló vízműtárgyak

A vizsgált folyóvölgyek természetföldrajzi jellemzői, vízjárása, vízhozama eltérő, de mindegyik a Kárpátokban ered és a Tisza vízrendszeréhez tartozik. A Maros, Szamos, Hernád, Berettyó/Ér vízjárását jelentős mértékben befolyásolják az állandó jellegű víztározók (Konecsny 1999a, 1999b). A Fekete-Körösön nincs víztározó, vízhasználatok befolyásolták a vízjárást.

A Szamos folyó vízgyűjtőjének nagyobbik része Romániára (15.262 km^2 - 96,1%), kisebbik része Magyarországra (306 km^2 - 3,9%) esik. A folyó teljes 411 km hosszából a felső 376 km szakasz Románia területén, az alsó 49,4 km Magyarország területén húzódik. Hegyvidéki, csapadékos, bőséges lefolyású területen ered, a Nagy-Szamos, Kis-Szamos, Lápos. A Szamos sokévi közepes vízhozama a forrásvidéken, Óradnánál még csak $5,50 \text{ m}^3/\text{s}$, ami a torkolatközeli Csengerig $131 \text{ m}^3/\text{s}$ -ra nő.

A Szamos és mellékfolyóinak romániai szakaszain összesen 1198 km-en épült árvízvédelmi töltés, illetve a folyó teljes magyar szakasza töltésezett, a jobb- és balparton összesen 93 km hosszban. A romániai vízgyűjtőrészen lévő 35 víztározó összesített víztározó képessége 557 millió m^3 . A Kis-Szamosi hidroenergetikai és vízgazdálkodási rendszer, összességében 340 millió m^3 víztömeget képes betározni. Üzemelése miatt Kolozsvárnál, nyár végétől tél végéig a havi közepes vízhozamok 4–82%-al nőttek, a tavaszi nagyvizek idején 8–66%-al csökkentek. A nagyobb városok a kommunális vízellátást felszín alatti készletekből is biztosítják. A kibocsátott szennyvizek (Kolozsvár $1,33 \text{ m}^3/\text{s}$, Beszterce $0,319 \text{ m}^3/\text{s}$, Nagybánya $0,439 \text{ m}^3/\text{s}$, Szatmárnémeti $0,286 \text{ m}^3/\text{s}$) növelik a folyó vízhozamát.

A Berettyó folyó vízgyűjtőjéből Romániára 3417 km^2 - 56 %, Magyarországra 1678 km^2 - 44 % esik. A folyó teljes 198 km hosszából a felső 120 km szakasz Románia területén, az alsó 78 km Magyarország területén van. Forrásvidéke a 800–1000 m magasságú Meszes hegységben van. A folyó eredeti hossza az 1858-ban kezdett szabályozási munkákat megelőzően a jelenleginél kb. kétszer nagyobb volt (364 km). A folyó teljes magyar szakasza töltésezett. Fő mellékvízen, az Éren, összesen 244 km hosszúságban építettek ki árvízvédelmi töltést. A kommunális célú vízellátást a nagyobb településeken felszín alatti vízkészletekből biztosítják és a keletkező, folyóba bevezetett szennyvizek növelik a kisvízi vízhozamokat. Számontevő víztározó kapacitás az Ér völgyében van (20 millió m^3).

A Fekete-Körös folyó vízgyűjtőjének nagyobbik része Romániára (4476 km^2 - 96,4%), kisebb része Magyarországra (151 km^2 - 3,6%) esik. A folyó 168 km hosszából a felső 147,5 km Románia területén, az alsó 20,5 km Magyarország területén húzódik. A vízgyűjtőt nyugaton síkvidékek alkotják, a középben dombvidékek vannak, amit keleten az Erdélyi-Szigethegység hegyláncai öveznek.

Alföldi szakaszán a XVIII-XIX. századi mederszabályozás következtében az eredeti 260 km-hez viszonyítva jelentősen csökkent. Összefüggő töltések a romániai alsó szakaszon és a teljes magyar folyószakaszon vannak. A folyón nincs jelentősebb vízbefogadó képességű állandó tározó. Az árvízi hozamokat árvízi vésztározókba vezetik. A lakosság vízellátását, a nagyobb településeken részben felszín alatti vízkészletekből biztosítják, és bányavizek mellett a folyóba vezetett szennyvizek is növelik a vízhozamokat. A folyó sokévi közepes vízhozama Susdnál $2,29 \text{ m}^3/\text{s}$, Sarkadnál $30,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

A Maros vízgyűjtő nagyobb része Romániában (92 %), kisebb része Magyarországon (8 %) található. A folyó teljes hossza 789,3 km, magyarországi szakasz 49,5 km (6,3 %). Romániában a Maroson és mellékfolyóin, 1353 km-en vannak árvízvédelmi töltések, és folyószabályozási művek. A folyó sokévi közepes vízhozama a felső szakaszon lévő Gyergyóújfalunál $1,02 \text{ m}^3/\text{s}$, a tiszai torkolat közelében lévő Makónál $205 \text{ m}^3/\text{s}$. A Maros folyó vízgyűjtőterületén kiépült víztározók teljes tározóképessége 700 millió m^3 . Ezek közül 7 db 10 millió m^3 -nél nagyobb tározókapacitással rendelkező állandó víztározó (üzemi szinten 300 millió m^3 osztározó képességgel) működik.

A Hernád folyó vízgyűjtő területe 5436 km^2 , melyből, Szlovákiában 4427 km^2 , Magyarországon 1013 km^2 . Teljes hossza 294 km, melyből 186 km esik szlovák és 108 km magyar

területre. A vízgyűjtő legmagasabb pontja a Gölnic-patak forrásának közelében 1943 mAf., a legalacsonyabb a torkolatnál, 100 mAf. Főbb mellékfolyói: Gölnic, Svinka, Tarca, Osva, Vadász, Bársonyos csatorna.

A folyó hazai szakaszán, a két parton mintegy 48 km árvízvédelmi töltés épült. A legnagyobb ipari felszíni vízhasználó a Kassai Acélmű, amely évente kb. 30 millió m³ vizet vesz ki a folyóból (92% a vízgyűjtőn felhasznált vízmennyiségből). Nagyobb hatása a vízjárásra a főbb víztározóknak van, melyeknek vízbefogadó képessége összesen 73 millió m³ (Ruzsin I. - 59 millió m³, Ruzsin II. - 3,7 millió m³, Palcanská Maša - 10,3 millió m³). A Gölnicen lévő Palcanská Maša-i tározó rendszerénél vízátervezés van a Hernádból a Sajó völgybe. A medertározású magyarországi duzzasztók Böcsnél, Felsődobozánál, Gibátnál és Hernádszurdoknál vannak.

A *Tisza folyó* vízgyűjtőterülete 157.186 km², ami a Duna vízgyűjtőjének 19,5%-a. A Tisza mellékfolyóival a Kárpátok legjelentősebb vízgyűjtője, de mielőtt beletorkollik a Dunába, átfolyik az Alföldön is. A Tisza vízgyűjtőjén öt állam osztozik: Ukrajna (8,1%), Románia (46,2%), a Szlovákia (9,7%), Magyarország (29,4%) és Szerbia (6,6%). A folyó eredeti hossza 1.400 km volt, de a XIX. század második felében végzett folyószabályozási munkálatok eredményeként a folyó teljes hossza 30%-kal, 966 km-re csökkent. A vízgyűjtője két fő részre osztható: a hegyvidéki Felső-Tisza és mellékfolyói, valamint az alföldi részek. A vízgyűjtő átlagos erdőborítottsága 27%-os.

A Tisza vízgyűjtő vízháztartási összetevőinek sokéves középértékei: csapadék 744 mm/év, párolgás 560 mm/év, lefolyás 177 mm/év (= 830 m³/s). Fajlagos lefolyás 10–20 mm/év (a Tisza középső szakaszán) és több mint 1000 mm/év (az Észak-keleti Kárpátok és az Erdélyi-Szigethegység nyugati lejtőin) közti lefolyási eltéréseket mutat (ICPDR, 2007).

A folyó főága mentén a XIX. század közepétől mintegy 1500 km hosszú árvízvédelmi töltés épült. Az Alföldön szivattyú állomásokkal felszerelt vízelvezető rendszereket építettek. A belvíz-elvezetési rendszerekkel lefedett teljes terület 56.789 km², a csatornák hossza 63.937 km.

Az összes éves vízfogyasztás a Tisza vízgyűjtőjén a becslések szerint 700 millió m³, a vízhozam kb. 2–3%-ka. A fogyasztás 20%-ka származik mélyebb víztartókból. Az öntözés a legjelentősebb víz felhasználó (250 millió m³, vagy 8 m³/s). Az összes éves közüzemi célú vízfelhasználás kb. 110 millió m³, az ipari célú vízfelhasználás 200 millió m³. A teljes tározókapacitás 2,7 milliárd m³, ami a Tisza éves vízhozamának 10%-ka. Hét nagyobb, 100 millió m³-t meghaladó kapacitású tározó van. A 34 nagy vízerőműből 28 erőmű Romániában található.

Felhasznált adatok, szakirodalmi előzmények, vizsgálati módszerek

A vízrajzi állomásoknál a rendelkezésre álló megszakítás nélküli vízhozam adatsorok hossza 58 év. A Románia felől érkező folyók esetében 1950–1977/1980 időszakban, a kisvízhozamok természeteshoz közeli értékek tekinthetők, mivel csak kisebb mértékben voltak befolyásolva emberi beavatkozások által. Ezt követően viszont, amikor a vízjárás éven belüli, sőt (a víztározók alatt) sokévi átrendeződéshez vezettek, a lefolyás befolyásoltságának mértéke jelentősebbé vált. A Hernádon a Ruzsini víztározó 1969 óta üzemel, itt korábban kezdődött a vízhozamok jelentős befolyásoltsága (**2. táblázat**).

Vízmérce szelvény	Távolság torkolattól (fkm)	Vízgyűjtő-terület (km ²)	Vízmérce "0" (mBf)	Qm aa (m ³ /s)	Qmax aa (m ³ /s)	Qmin aa (m ³ /s)
Szamos Csenger	49,4	15.283	113,56	131	3360	11,8
Hernád Hidasnémeti	97,0	4.515	151,27	28,5	653	7,70
Berettyó Berettyóújfalú	43,4	3.712	89,39	11,1	408	1,95
Fekete-Körös Sarkad	15,3	4.302	84,50	34,6	553	0,430
Maros Makó	24,5	30.149	79,50	205	2440	26,8
Tisza Szeged	173,6	138.408	73,70	845	3830	57,8

2. táblázat Jellemző vízrajzi és vízhozam adatok a vizsgált vízmérce szelvényeknél

Table 2. Typical hydrological and water yield data at the examined water gauges

Az évi közepes vízhozamok tízévenkénti átlagait vizsgálva megállapítható, hogy mind a hat szelvényénél a legkisebb átlagok az 1950–1959 évtizedben következtek be, 1970–1979-ig növekedés tapasztalható, majd ezen csúcs érték utáni két évtizedben csökkenés, végül az utolsó időszakban ismét növekedés volt jellemző. Tehát a sokévi közepes vízhozam értékek változásában, ellentétben a térség csapadék idősoraival – melyek csökkenést jeleznek – nem azonosítható egy határozott trend (**3. táblázat**). Az évi maximális vízhozamok változása emelkedő vagy stagnáló irányú.

A kisvízes időszak során a vízgyűjtőterületről történő lefolyásban jelentős csökkenés következik be és kisvízi vízhozamok figyelhetők meg. A kisvízi időszakon belül általában több, legalább egy kisvízi esemény következik be. Egy olyan időfüggvényről van szó, amely nem halad meg egy előre rögzített vízhozam értéket, amely döntően a felszín alatti táplálásból származó alapvízhozamból és felszínközeli eredetű vízhozamból tevődik össze. Ez a vonatkozó szakirodalomban vízhozam küszöbérték (Q_0), kritikus kisvízhozam érték, referencia vízhozam néven szerepel (**4. táblázat**).

Ssz	Időszak	Csenger	Hidasnémeti	Berettyóújfalu	Sarkad	Makó	Szeged
1	1950-59	112	28,1	6,99	28,0	193	739
2	1960-69	125	29,4	13,0	35,6	201	790
3	1970-79	152	30,7	13,6	40,4	238	969
4	1980-89	146	27,4	11,7	36,9	213	864
5	1990-99	112	25,8	10,0	29,7	186	826
6	2000-07	141	30,1	11,7	37,6	201	892

3. táblázat Az évi közepes vízhozamok tízévenkénti átlagainak alakulása

Table 3. Average decadal changes of the yearly medium water yields

Vízrajzi állomás	$Q_{\min mo} / \text{év.hó}$	$Q_{m \min mo}$	Kisvízhozamok valószínűsége ($Q_p\%$, m^3/s)					
			50%	80%	90%	95%	97%	99%
Szamos Csenger	11,8/54.IX.	60,4	49,3	26,4	22,4	18,5	17,4	13,4
Hernád Hidasnémeti	2,08/61.X	8,15	11,4	7,15	5,00	4,00	2,90	2,20
Berettyó Berettyóújfalu	0,165/72.VIII.	4,40	2,66	1,47	0,861	0,579	0,492	0,294
Fekete-Körös Sarkad	0,430/1952.VIII	0,430	9,10	3,10	1,96	1,50	1,10	0,500
Maros Makó	27,7/61.X	115	92,8	53,1	44,1	37,7	34,5	28,6
Tisza Szeged	103/50.VIII	217	415	227	161	137	124	107

4. táblázat A kisvízhozam küszöbértékek meghatározása 50%-os valószínűségű havi kisvízhozamok alapján a Kille (1970) által kidolgozott módszerrel

Table 4. Determination of small water yield threshold values with 50% probability based on the small water yields with the methods of Kille (1970)

A Kille (1970) által kidolgozott módszer olyan vízhozam küszöbértéket alkalmaz, amely nem más, mint a felszínalatti eredetű „alapvízhozam” sokévi átlagértéke. Számításához több évtizedes havi vízhozam adatsorra van szükség. A kritikus kisvízhozam érték, a havi legkisebb vízhozamok 50%-os valószínűségi értékének felel meg. Ezt a statisztikai módszert fogadtuk el és alkalmaztuk a jelen vizsgálat során is. A természeteshez közeli vízjárású 1950–1977/1980 időszak havi legkisebb vízhozamai alapján számított kritikus vízhozam a hat vízrajzi állomásnál (**3. táblázat**).

A vizsgálatok során néhány olyan egyszerűsítést alkalmaztunk, amit a vonatkozó szakirodalom is ajánl (Kille, 1970; Zelenhasic et al., 1987; Kovács és Domokos, 1996; Hisdal et al., 2001; Lanen et al., 2007). Hosszabb kisvízi időszakok folyamán előfordulnak, csak néhány napig tartó, vízhozam események, amelyek nem változtatják meg az időszak alapvetően kisvízi jellegét. Ezeknek hosszát a folyó vízgyűjtőterülete, és a kisebb árhullámok levonulási idejének (tartósságának) függvényében határoztuk meg (Tisza, Maros és Szamos 5 nap; Hernád és Fekete-Körös 4 nap; Berettyó 3 nap). Ha két kisvízi esemény között küszöbértéket meghaladó kisebb vízhozam növekedés, árhullám alakul ki, de ennek időtartama nem haladja meg a 3–5 napot, akkor a

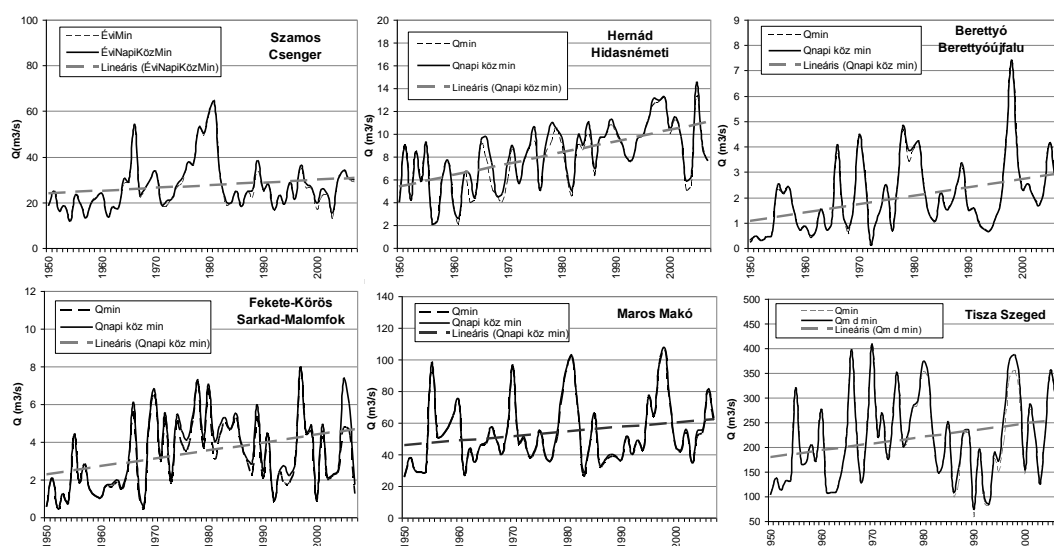
két esemény együttesét egyetlen kisvízi időszakként tekintettük. Ha egy kisvízi időszak egyik tárgyidőszakból (évből) átnyúlik a másikba, akkor csak az egyik tárgyidőszakhoz számítottuk, ahhoz, amelyikben a kezdete volt.

A hidrológiai statisztikai feldolgozások eredményei

A folyók vízjárásának évenkénti szélsőségeit jól mutatja a vízhozamok évenkénti és éven belüli ingadozása. Az egyes folyószelvényeknél a nagyvízi és kisvízi évek napi vízhozamainak alakulása között igen jelentős eltérések figyelhetők meg. Egy-egy nagyvízi év közepes vízhozama többszöröse (akár 5–10-szerese) lehet egy kisvízi év közepes vízhozamának. A vizsgált folyókra 1970 és 1997 jellemzően nagyvízi év volt, úgy a kiemelkedően magas évi közepes, maximális és minimális vízhozam értékek tekintetében, mint a vízhozamok éven belüli eloszlásának vonatkozásában. A téli, tavaszi és nyári időszakokban egymást követték az árhullámok. Jellemzően kisvízi évek voltak, 1950, 1952, 1953, 1959, 1961. Ezekben az években, az évi közepes, maximális, minimális vízhozamok kicsik voltak, akárcsak a kisvízi időszakokra vonatkozó évi összesített víztömeghiány.

A mellékfolyók vizsgált szelvényeinél az eddig észlelt legkisebb vízhozamok a természeteshez közeli vízjárású időszakban, 1950–1979 között voltak jellemzőek, de a Tiszán Szegednél a legkisebb vízhozamok ettől eltérően 1990, 1992 és 1993 években következtek be. Az utóbbi évtizedekben jellemző befolyásolt vízjárás idején ezek a vízhozamok nagyobbak lettek. Az időbeni meredek növekedési tendenciát szemléltetik a bemutatott idősor grafikonok és az ezekre meghúzott lineáris trend vonalak (4. ábra). A változás elsősorban nem az éghajlati viszonyok módosulásához köthető, hanem a víztározók és a felszínalatti vízkészletek vízellátási célokra való alkalmazásához, és ezeknek a folyóba szennyvízként való bevezetésének vízjárás-módosító hatásával magyarázható.

A felhasznált napi vízhozam adatok megbízhatóságát alapvetően megfelelőnek tartjuk a kisvízi időszakok vizsgálatára. Azonban a kisvízi vízhozamok a műszaki beavatkozások hatására a vízgyűjtő különböző részein változó mértékben módosultak és az idősorok befolyásolt időszakának statisztikailag homogén jellege kérdésessé vált.



4. ábra Az évi minimális napi közép vízhozamok és a pillanatnyi évi minimális vízhozamok növekvő trendje a folyókban lévő vízmérce szelvényeknél (1950–2007)

Figure 4. Increasing trend of the yearly minimal daily medium water yields and the momentary yearly minimal water yields at the water gauges (1950–2007)

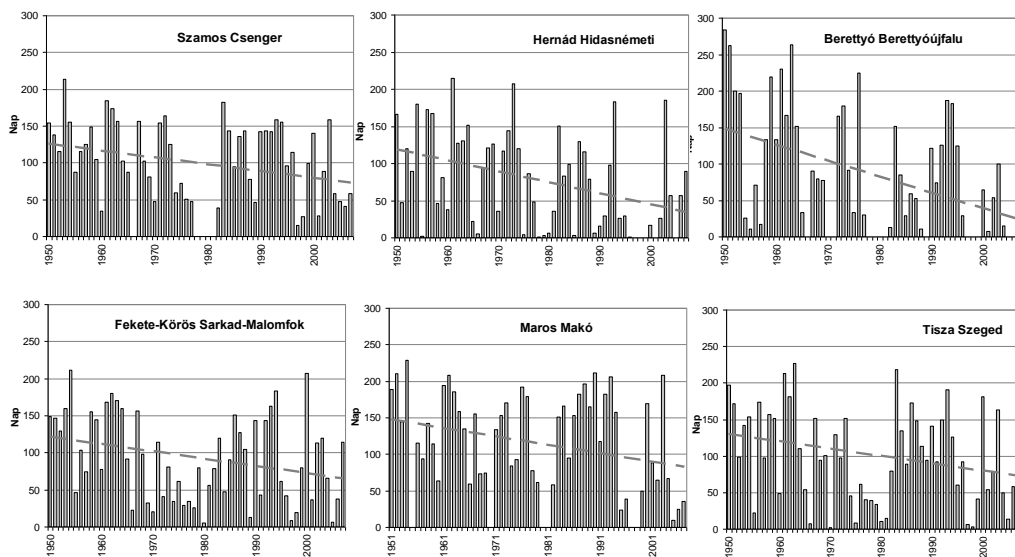
A vizsgált folyószakaszokon 1950–2007 között, február–június hónapokban nem volt jellemző az évi minimális vízhozamok kialakulása. A Szamoson Csengernél nem fordult elő évi minimális vízhozam március–június között, a Hernádon Hidasnémetinél április–június hónapokban, a Berettyón Berettyóújfalunál februárban és márciusban, a Fekete-Körösön Sarkadnál februárban és májusban, a Maroson Makónál március–június hónapokban és a Tiszán áprilisban és májusban.

Az évenkénti kisvízhozam küszöbérték alatti napok száma átlagosan 60–100 között alakult. Voltak olyan évek is, amikor ezen napok száma a 200-at is meghaladta, a Szamoson, Csengernél 214 napot, a Hernádon 215 napot, a Berettyón Berettyóújfalunál 284 napot, a Fekete-Körösön Sarkadnál 211 napot, a Maroson Makónál 229 napot, a Tiszán Szegednél 227 napot. Amint a mellékelt grafikonokon is látható 1950–2007 között mind a hat vízmérce szelvényénél szignifikánsan csökkenő irányú lineáris trend jellemezte az évi kisvízhozam küszöbérték alatti napok számát (**5. ábra**).

Elemeztük a leghosszabb összefüggő kisvízi időszakok hosszának alakulását is. Az ilyen időszakok hossza legfeljebb 185 nap (Csenger), illetve 259 nap (Szeged) volt. Ezek az idősorok is egyértelműen csökkenő trenddel jellemezhetők, mind a nyolc állomáson.

A vízhozam küszöbérték alatti kisvízi időszakok évenkénti hosszának meghatározásánál, nem vettük figyelembe a kisvízi időszakokban előfordult legfeljebb 3-5 napos megszakításokat. Ebben az esetben, sokévi átlagban 82 nap (Hidasnémeti) és 121 nap (Makó) között-, szélsőséges esetben évente 0 nap, és 214 (Csenger)–322 nap (Makó) nap közötti volt a napok száma. Itt is szignifikánsan csökkenő jellegűek a hidrológiai idősorok.

A vizsgált időszak folyamán évente átlagosan 3-4 kisvízhozam küszöbérték alatti kisvízi időszak volt. Az évi maximális időszak szám 8 (Sarkad, Makó) és 11 (Csenger, Hidasnémeti, Szeged) között változott. A szelvényekre vonatkozóan előállított idősorok alapján megállapítható, hogy a kisvízi időszakok évenkénti száma többnyire stagnált vagy kismértékben nőtt, csak a Berettyóújfalui szelvényénél nőtt szignifikánsan. Ezeket a változásokat hidrológiai folyamatok váltották ki, inkább a folyószakaszonként eltérő műszaki beavatkozásokkal magyarázhatóak.

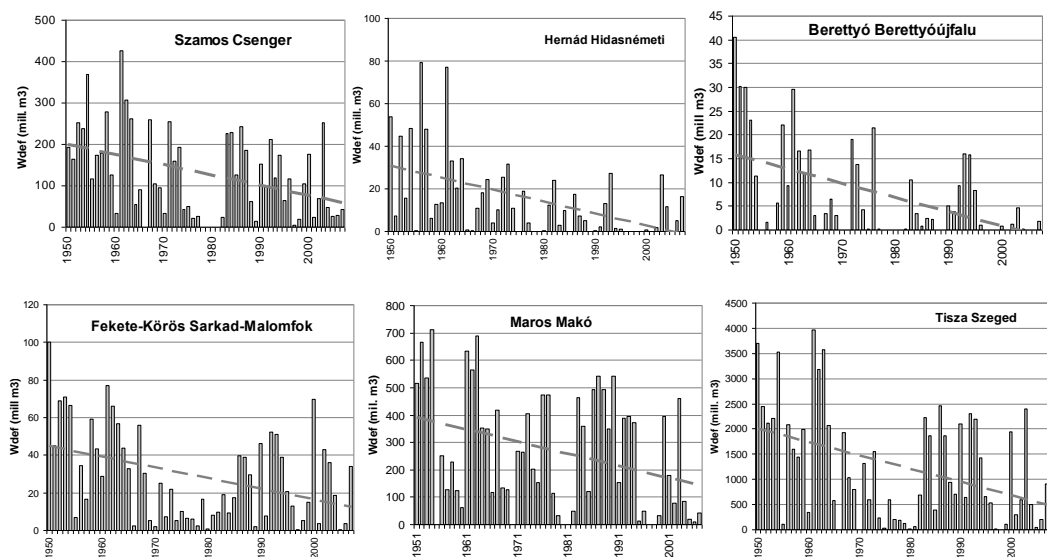


5. ábra A kisvízhozam küszöbérték alatti napok évenkénti számának csökkenő trendje a folyókon lévő vízmérce szelvényeknél (1950–2007)

Figure 5. Decreasing trend of the yearly number of days below the small water yield threshold at the water gauges (1950–2007)

A kisvízi időszak víztömeghiánya azt mutatja, hogy a vízhozam küszöbérték alatti napokban mennyivel kevesebb a lefolyt víztömeg, ahhoz az értékhez viszonyítva, amely a vízhozam

küszöbértéknek megfelelő vízhozam esetén folyt volna le. Értéke nagymértékben függ a folyó kisvízi vízhozamainak abszolút nagyságától is, így a nagyobb folyókon nagyobb-, a kisebb folyókon kisebb víztömeghiány jellemző. Ennek megfelelően a hat folyó szelvényei közül az átlagosan legkisebb vízkészlettel rendelkező Berettyó Berettyóújfalunál (7,1 millió m³) és legnagyobb vízkészletű Tisza Szegeden (1236 millió m³) közötti sokévi átlagos víztömeghiányok közötti arányszám eléri az 1:174-et. A leghosszabb összefüggő kisvízes időszakok víztömeghiánya a következő: Berettyó Berettyóújfalunál 37 millió m³, Hernád Hidasnémetinél 85 millió m³, Fekete-Körös Sarkad-Malomfokon 97 millió m³, Szamos Csengerenél 426 millió m³, Maros Makónál 840 millió m³, Tisza Szegeden 4100 millió m³.



6. ábra A kisvízi időszakok évi víztömeg hiányának (millió m³) csökkenő trendje a folyókon lévő vízmérce szelvényeknél (1950–2007)

Figure 6. Decreasing trend of the yearly water amount deficiency of small water periods (million m³) at the water gauges (1950–2007)

A hat vízmérce szelvényre számított évi összesített víztömeghiány idősorok alapján megállapítható, hogy ezek az értékek szignifikánsan csökkenő tendenciájúak (**6. ábra**). Hasonlóan csökkenő a trend a leghosszabb vízhozam küszöbérték alatti kisvízes időszakok víztömeghiány értékek-, és a napi maximális víztömeghiány értékek idősorai esetében is. A felszíni vízigények biztosítása a leghosszabb kisvízi időszakokban, amikor több tíz millió m³-es (Hernád, Berettyó, Fekete-Körös), illetve több százmillió m³-es (Szamos, Maros, Tisza) a folyók víztömeghiánya komoly gondot jelenthet, mert ezek a vízmennyiségek meghaladják, a vízgyűjtőterület teljes víztároló képességét.

Összefoglaló megállapítások

- Bolygónk éghajlatában az utóbbi fél évszázadban meglehetősen egyértelmű változások történtek. Ezek emberi eredete igen valószínű (> 90 %). E következtetés alapja, hogy a természetes és antropogén hatásokkal sikerül jól szimulálni a földi hőmérséklet múltbeli viselkedését, ám az antropogén tényezők nélkül a tény és a szimuláció az utóbbi fél évszázadban szétválik.

- A változás regionális sajátosságai leginkább az éghajlati modellek felhasználásával becsülhetők. A globális klímamodellek eredményeit további fizikai modell beágyazásával javítani szükséges, főleg a fizikai tartalomnak a tényleges éghajlati rendszer bonyolultságához való közelítése érdekében.

- A legújabb beágyazott modellek is hasonló eredményeket szolgáltatnak, mint a globális modellek és durvább felbontású beágyazások. Ezek lényege hazánk területén minden évszakban a hőmérséklet emelkedése, míg a csapadék a nyári félévben erősen csökken, ám a téli félévben inkább emelkedik. Az évi összeg csökkenése nem szignifikáns, míg a változások éven belüli megoszlása nagyon előnytelen.

- Az időjárási szélsőségek közül a fő tendenciák irányába eső szélsőségek általában nőnek, míg a csapadék rövid időtartamú összegei is növekedhetnek, annak ellenére, hogy a tenyészidőszakban a teljes csapadékösszeg növekszik. Ez azonban úgy alakul ki, hogy jóval kevesebb napon hullik mérhető csapadék, de amikor ez mégis megvalósul, azokon a napokon a korábrinál nagyobb mennyiség esik.

- A beágyazott modellezés ma kétségtelenül a legfontosabb eszköz az éghajlati, így pl. hidrológiai hatásvizsgálatok megalapozására. Nem ajánlható azonban egy-egy kiragadott modell adatmezőinek nagy részletességű használata, mivel a modellek eredményei egymás között jelentősen eltérnek egymástól. E különbözőséget elsősorban durva felbontású háttér-modellektől kapott határfeltételek különbözőségei okozzák. Emiatt vagy több modell együttesét szükséges használni, vagy pedig – megismerve az eredmények szóródását –, érdemes a modelleket is osztályozni a változás jellege, mértéke szerint, ahhoz hasonlóan, ahogyan a globális kibocsátási scenáriókat is osztályozni szoktuk.

- A napi vízhozam adatok megbízhatósága a vizsgálat céljaira alapvetően megfelelő volt, de a vízgyűjtőben történt műszaki beavatkozások, és a téli (jeges) időszakok észlelési és adatfeldolgozási módszerek hiányosságai miatt a kisvízi vízhozamok alkalmazhatósága valószínűségi eloszlási számításokra, homogenitási problémák miatt, esetenként megkérdőjelezhető.

- A statisztikai vizsgálat alá vett 1950–2007 időszakban a hat folyón az évek 86 (Hidasnémeti)–100%-ában (Szeged) volt kimutatható vízhozam küszöbérték alatti kisvízi időszak.

- A vízhozam küszöbérték alatti vízhozamú napok száma, az év napjainak 20–30%-ban jellemző.

- Február-június hónapokban általában csak kivételesen fordult elő évi minimális vízhozam.

- A Szamoson, Hernádon, Maroson és a Tiszán döntően a téli félévben (X–III), a Berettyón és Fekete-Körösön túlnyomó részt a nyári félévben (IV–IX) következtek be az évi minimumok.

- A leghosszabb kisvízi időszakok víztömeg hiánya a Berettyón és Fekete-Körösön több tízmillió m³, a Szamoson, Maroson több százmillió m³ volt, a Tiszán több milliárd m³, ami olyan nagy vízkészlet-hiány, aminek pótlása a jelenleg meglévő víztározó kapacitás mellett nem, vagy csak igen nehezen megoldható feladat.

- 1980-tól az előző három évtizedes időszakhoz viszonyítva, a négy folyón, vízkészlet-gazdálkodási szempontból pozitív változások következtek be: nagyobbak lettek a minimális vízhozamok, csökkent a kisvízes időszakok időtartama, száma, víztömeghiánya, viszont nőtt a közöttük eltelt időszak hossza.

- A műszaki beavatkozások vízjárásra gyakorolt erős befolyása miatt a vizsgált folyószakaszokon nem mutatható ki az éghajlatváltozás kisvízi lefolyásra gyakorolt hatása, azonban ez nem jelenti azt, hogy nincs ilyen hatás. Ez a tény összhangban van azzal a kutatási eredménnyel, hogy Európában a XX. században a hidrológiai szárazság időbeli változási trendje nem mutat egységes területi eloszlást (Lanen et al 2007).

Irodalom

Christensen, J. H., Carter, T. R., Rummukainen, M., Amanatidis, G. 2007: Predicting of regional scenarios and uncertainties for defining European climate change risks and effects: The PRUDENCE Project. Climatic Change, 81(Suppl. 1): 1–371.

Hisdal, H., Tallaksen, L. M., Peters, E., Stahl, K., Zaidman, M. 2001: Drought event definition. In: Demuth, S., Stahl, K. (ed.): Assessment of the regional Impact of Droughts in Europe. Final

- Report to the European Union ENV-CT97-0553, Institute of Hydrology, University of Freiburg, Germany
- ICPDR 2007: A Tisza Vízgyűjtő helyzetértékelése. Szakmai összefoglaló. Duna Védelmi Nemzetközi Bizottság (ICPDR). www.icpdr.org/icpdr-pages/tisar_2007.htm
- IPCC 2007: Climate Change 2007: WG-I, The Physical Science Basis. WG-II, Impacts, adaptation and vulnerability. WG-III, Mitigation of Climate Change <http://www.ipcc.ch>.
- Kalmár E., Németh Á. 2006: A téli és a tavaszi hideg szélsőségek alakulása Magyarországon. VAHAVA Zárókonferencia előadásai, 2006. CD-ROM.
- Kille, K. 1970: Das Verfahren MoMNQ: ein Beitrag zur Berechnung der mittleren langjährigerer Grundwasser-neubildung mit Hilfe der monatlichen Niedrigwasserabflüsse. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Sonderheft Hydrogeologie-Hydrochemie, Hannover.
- Konecsny K. 1999a: Az Erdélyi fennsík és a hozzátartozó hegyvidék vízháztartása. Vízügyi Közlemények, 81(1): 86–120.
- Konecsny, K. 1999b: Water developments and their impact on runoff in the Upper Tisa catchment. The Uper Tisa Valley. Preparatory proposal for Ramsar site designation and an ecological background Hungarian, Romanian, Slovakian and Ukrainian co-operation. TISCIA monograph series. Szeged.
- Konecsny K. 2004: A 2003. évi nyári aszály kialakulásának időjárási és hidrológiai okai és vízjárási következményei a Felső-Tisza-vidéken. Vízügyi Közlemények, 84(1–2): 169–196.
- Konecsny K. 2010a: A kisvizek főbb hidrológiai statisztikai jellemzői a Maros folyó alsó szakaszán. Hidrológiai Közöny, 90(1): 45–55.
- Konecsny K. 2010b: A kisvizek főbb hidrológiai statisztikai jellemzői a Szamos folyó alsó szakaszán. Hidrológiai Közöny, 90(5): 8–18.
- Konecsny K. 2010c: A kisvizek hidrológiai statisztikai értékelése a Fekete-Körös folyó alsó közös román-magyar szakaszán. MHT XXVII. Országos Vándorgyűlés. Sopron. 2010. július 7–8. DVD+Honlap: www.hidrologia.hu.
- Konecsny, K., Bálint, G. 2010a: Low water related hydrological hazards along the lower Mures/Maros river. Volumul Riscuri și catastrofe. Universitatea „Babeș-Bolyai”. Facultatea de Geografie. Centrul de Geografie Regională. Laboratorul de riscuri și hazarde. An VIII. Nr. 6/2010. Coordonator: Victor Sorocovschi. Casa Cărții de Știință. Cluj-Napoca.
- Konecsny, K., Bálint, G. 2010b: Main hydrological statistical characteristics of low water on the Barcău/Berettyó stream. In: „Aerul și Apa 2010 componente ale mediului”. Presa universitară Clujeană. Ziua Mondială a Apei, Ziua Mondială a Meteorologiei. 19–20 martie 2010, Cluj-Napoca.
- Kovács Gy., Domokos M. 1996: A kisvízi események jellemzőinek becslése. Vízügyi Közlemények, 78(3–4): 386–408.
- Lanen, H. A. J. van, Tallaksen, L. M., Rees, G. 2007: Droughts and climate change. ANNEX II. Commission Staff Working Document Impact Assessment (SEC(2007) 993), Accompanying document to Communication Addressing the challenge of water scarcity and droughts in the European Union (COM(2007) 414), Commission of the European Communities, Brussels, Belgium. www.geo.uio.no/edc/droughts_and_climate_change_2007.pdf
- Mika J. 1988: A globális felmelegedés regionális sajátosságai a Kárpát-medencében. Időjárás, 92: 178–189.
- NÉS 2008: Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia 2008–2025. Országgyűlési Határozat. 2008. március 17. (www.kvvm.hu/cimg/documents/nes080214.pdf).
- Linden, P. van der, Mitchell, J. F. B. (eds.) 2009: ENSEMBLES: Climate Change and its Impacts: Summary of research and results from the ENSEMBLES project. Met Office Hadley Centre, FitzRoy Road, Exeter EX1 3PB, UK. 160 p.
- VKKI 2009: A Víz Keretirányelv hazai megvalósítása. Vízgyűjtő-gazdálkodási terv. A Duna-vízgyűjtő magyarországi része. Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság. 2009. december.

Zelenhasic, E., Salvai, A., Srdjevic, B. 1987: A Tisza kisvízi eseményeinek sztochasztikus elemzése. Hidrológiai Közlöny, 67(1): 8–17.

<http://www.ensembles-eu.org>

<http://www.ece.knmi.nl>

http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2008_4

<http://www.eea.europa.eu/publications/water-resources-across-europe>

Abstract

THE WATER AS A NATURAL RESOURCE IN THE SCOPE OF THE CLIMATE CHANGE

KÁROLY¹ KONECSNY and JÁNOS² MIKA

¹ National Inspectorate for Environment, Nature and Water
H-1016 Budapest, Mészáros u. 58/a., Hungary, e-mail: konecsny@mail.kvvm.hu

²Eszterházy Károly College, Hungarian Meteorological Service
H-3300 Eger, Leányka u. 6., Hungary, e-mail: mika.j@met.hu

Water household components (precipitation, areal evaporation, and runoff) have to be known for the survey of available water stock of Hungary. Changes of these parameters are caused by climatic factors thus they are under the effects of climate change. This is why we analyze the possible set of climate change in the first part of our article mainly in the Carpathian Basin but also with overview on the remote areas of the Danube watershed. From these calculations we can conclude the decadence of average state of water balance but unfortunately the occurrence of water level extremities does not surely follow this decadence. For the calculation of the water stock of the rivers medium and maximum water yield data can be partly authoritative but for the determination of the available water stocks small water levels and their areal and timely distribution also have to be examined in detail. This is examined based on the examination of hydrological statistical characteristics of small water yields of the Hungarian sections of River Tisza and its five tributaries: Szamos, Hernád, Berettyó, Fekete-Körös and Maros. We evaluated the occurred change based on the characteristics of the water scarce periods of 58 years (1950–2007) long daily small water yields time series.

A TALAJ, MINT TERMÉSZETI ERŐFORRÁS

VÁRALLYAY GYÖRGY

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet,
1022 Budapest, Herman Ottó út 15., e-mail: g.varallyay@rissac.hu

Összefoglalás

Magyarország legfontosabb, feltételesen megújuló (megújítható) természeti erőforrása a talaj. Ésszerű és fenntartható használata, védelme, állagának megőrzése és sokoldalú funkcióképességének fenntartása az élet alapvető minőségének (megfelelő mennyiségű és minőségű élelmiszer; „tisztá” víz; kellemes környezet) biztosítása céljából olyan összetársadalmi érdek, ami nemcsak a földtulajdonos és földhasználó, hanem az állam és az egész társadalom részéről megkülönböztetett figyelmet érdemel, átgondolt és összehangolt intézkedéseket tesz szükségessé. A talaj sokoldalú funkcióit egyre inkább és egyre sokoldalúbban hasznosítja az ember, élve (sajnos nem ritkán visszaélve) a talaj sajátos és specifikus önmegújuló képességével (soil resilience). Magyarországon a nagyon változatos talajképződési tényezők bonyolult összhatásának eredményeképpen mozaikosan tarka talajtakaró alakult ki, térben és időben egyaránt nagyon változó talajtulajdonságokkal, amelyekről nemzetközi színvonalú talajtani adatbázis nyújt információt, s képez tudományos alapokat azok szabályozására. Magyarország általában és viszonylag kedvező agroökológiai adottságokkal rendelkezik, de e kedvező adottságok igen nagy tér- és időbeni változatosságot mutatnak, szeszélyesek, szélsőségekre hajlamosak, s érzékenyen reagálnak bizonyos természeti okok miatti vagy különböző emberi tevékenység okozta stresszhatásokra. Környezeti állapotunk megóvása (vagy javítása) érdekében ezekhez a körülményekhez kell alkalmazkodni, a várható változásokra felkészülni, azok kedvező hatásainak erősítésére, illetve kedvezőtlen következményeinek megelőzésére, elhárítására, gyengítésére, csökkentésére tudományosan megalapozott módszereket, technológiákat kidolgozni, széleskörűen és eredményesen alkalmazni. A kedvező adottságokat gyakran és nagy területeken korlátozzák, veszélyeztetik az alábbi tényezők:

1. Talajdegradációs folyamatok (víz és szél okozta erózió; savanyodás; sófelhalmozódás, szikesedés; talajszerkezet leromlása, tömörödés; biológiai degradáció: kedvezőtlen mikrobiológiai folyamatok, szervesanyag-készlet csökkenése; a talaj tápanyagforgalmának kedvezőtlen irányú megváltozása; a talaj pufferképességének csökkenése, talajmérgezés, toxicitás).
2. Szélsőséges vízháztartási helyzetek (árvíz, belvíz, túlnedvesedés és aszály).
3. Elemek (növényi tápanyagok és potenciális szennyezőanyagok) biogeokémiai ciklusának kedvezőtlen irányú megváltozása.

A talajdegradációs folyamatok túlnyomó része a talaj környezeti érzékenységének jellemzésével, „stressz-elemzésével”, illetve ezek alapján kidolgozott racionális talajhasználattal megelőzhető, kivédhető, de legalább egy ökológiai tűréshatárig mérsékelhető. Magyarország vízkészletei korlátozottak, s nem lehet számítani sem a légköri csapadék, sem felszíni és felszín alatti vízkészletek jövőbeni növekedésére. A korlátozott készletekből egyre nagyobb és sokoldalúbb társadalmi igényeket kell(ene) kielégíteni. A mezőgazdaságnak, a vidékfejlesztésnek, valamint a környezetvédelemnek ezért egyaránt a víz lesz egyik meghatározó tényezője, a vízfelhasználás hatékonyságának növelése pedig megkülönböztetett jelentőségű kulcsfeladata. A klímaváltozás prognózisok egybehangzó megállapítása szerint a szélsőséges időjárási és vízháztartási helyzetek (árvíz, belvíz, túlnedvesedés, illetve aszály) valószínűsége, gyakorisága, tartama növekedni fog, s súlyosbodnak ezek káros következményei is. Ilyen körülmények között megkülönböztetett jelentősége van annak, hogy az ország legnagyobb kapacitású potenciális természetes víztárolója a talaj. Ez a tározótér azonban a víz talajba szívargásának és a talajban történő hasznos tárolásának akadályai miatt gyakran nem hasznosul, s ez szélsőséges vízháztartási helyzeteket eredményez, azok minden káros következményével. A magyar Alföldön megkülönböztetett jelentőségű kétirányú vízháztartás-szabályozás alaptétele ezen akadályok megszüntetése vagy mérséklése. Az erre

irányuló beavatkozások túlnyomó része ugyanakkor kedvező anyagforgalom-szabályozási, környezetvédelmi intézkedés is. A talaj tulajdonságait kialakító, természetes megújuló képességének, multifunkcionalitásának feltételeit biztosító, termékenységét megőrző (vagy fokozó) tudatos, körültekintő, racionális és hatékony beavatkozások egyaránt nélkülözhetetlen elemei a fenntartható talajhasználatnak, a korszerű vízkészlet-gazdálkodásnak, az eredményes környezetvédelemnek, így a megfelelő életminőséget biztosító vidékfejlesztésnek is.

Kulcsszavak: talaj multifunkcionalitása, talajtermékenységet gátló tényezők, talajdegradációs folyamatok, szélsőséges vízháztartási helyzetek, talajfolyamatok szabályozása

Bevezetés

*Magyarország legfontosabb, feltételelesen megújuló (megújítható) természeti erőforrása a talaj. Ésszerű és fenntartható használata, védelme, állagának megőrzése és sokoldalú funkcióképességének fenntartása az élet alapvető minőségének (megfelelő mennyiségű és minőségű élelmiszer; „tisztá” víz; kellemes környezet) biztosítása céljából olyan **össztársadalmi érdek**, ami nemcsak a földtulajdonos és földhasználó, hanem az állam és az egész társadalom részéről megkülönböztetett figyelmet érdemel, átgondolt és összehangolt intézkedéseket tesz szükségessé.*

A talaj jelentősége, funkciói

Az egyéb természeti kincsekben szegény *Magyarország legjelentősebb, feltételelesen megújuló (megújítható) természeti erőforrását talajkészleteink képezik* (Csete és Várallyay, 2004; Láng et al., 1983; Várallyay, 2010). A talaj ésszerű és szakszerű használata során nem változik irreverzibilisen, „minősége” nem csökken szükségszerűen és kivédhetetlenül. Megújulása azonban nem megy végbe automatikusan, zavartalan funkcióképességének, termékenységének fenntartása, megőrzése állandó tudatos tevékenységet követel, amelynek legfontosabb elemei az ésszerű földhasználat, talajvédelem, agrotechnika és a melioráció/rekultiváció (Várallyay és Láng, 2000).

A talaj három specifikus tulajdonsággal rendelkezik:

- *Termékenység:* képes a talajban, talajon, vagy a talajjal kapcsolatban lévő élő szervezetek (bióta, természetes növényzet, termesztett kultúrák) alapvető életfeltételeit, a (talaj) ökológiai igényeit (elsősorban víz- és tápanyagellátását) többé vagy kevésbé kielégíteni (Csete és Várallyay, 2004).
- *Megújuló képesség:* képes bizonyos stresszhatások okozta károsodást/sérülést követően megújulni, s – eredetihez közeli – állapotába visszatérni (Várallyay, 2010).
- *Multifunkcionalitás:* primér biomassa-termelés alapvető közege, a bioszféra primér tápanyagforrása; a többi természeti erőforrás integrátora, transzformátora; hő-, víz-, tápelem-, szükséges esetben szennyezőanyag-raktár; stresszhatások pufferközege; szűrő- és detoxikáló-rendszer; bioszféra gén rezervoárja; természeti és történelmi örökségek „hordozója”, megőrzője (Várallyay, 2002a).

A felsorolt tulajdonságok és funkciók mindegyike nélkülözhetetlen, azok egymáshoz viszonyított fontossága, jelentősége, „súlya” azonban térben és időben egyaránt nagymértékben változott az emberiség történelme során, s változik ma is. Azt, hogy hol és mikor melyik funkciót hasznosítja az ember, milyen módon és milyen mértékben az az adott gazdasági helyzettől, szocio-ökonómiai körülményektől, politikai döntésektől, az ezek által megfogalmazott céloktól, „elvárásoktól” függ (Várallyay, 2002a). Ezek pedig gyakran változnak, mint ezt a kihívásokat megfogalmazó jelszavak utolsó 60 évben bekövetkezett változásai szemléletesen tükrözik:

- „Termesszünk mindent ott, ahová való!”
- „Termelj többet, jobban élsz!”
- „Termelj sokat és nagyot!” → gigantomán „nagy”-imádat!
- „Termelj olcsóbban!”

- „Termelj minőséget!”
- „Termelj környezet-kímélően!”
- „Termelj jövedelmezően!”
- „Ne termelj!”

Természetesen egy jelszó mindig szélsőséges: egyoldalúan kiemel valamit, amit az adott helyzetben különösen fontosnak ítélt, s elhanyagol sok „apró” részletet, feltételt, kivételt. Ilyen az európai élelmiszerpiac telítettsége miatt szélsőségesen megfogalmazott „Ne termelj!” szlogen is, ami a Világ éhező százmilliói, valamint a megtermelt biomassza sokirányú felhasználhatósága (takarmány, ipari nyersanyag, alternatív energiaforrás) miatt természetesen csak bizonyos körülmények között, s csak átmenetileg érvényes. Nem indokolják egyébként a környezetvédelem szempontjai sem. Hisz eredendően a talaj (használóképpen, mint az ember) nem szeret munka, tevékenység nélkül létezni, „nincs mit” kipihenni, hanem szeret dolgozni, *értelmes* tevékenységet végezni, ami a talaj esetében multifunkcionalitásának, illetve bizonyos aktuálisan elvárt funkciójának ellátása. Ilyen pedig mindig van és megfogalmazható!

A talajnak meg kell felelni a mai kor új kihívásainak, melyek:

- földrajzilag és társadalmilag egyenlőtlen fejlődés (polarizáció);
- az (egyenlőtlenül) növekvő népesség fokozódó és egyre sokoldalúbbá váló élelmiszer-, víz- és energiaigényének minél teljesebb körű kielégítése; fenntarthatóság – versenyképesség;
- klímaváltozás; globalizáció – környezeti sokszínűség, biodiverzitás; levegő-, víz-, talaj- és élővilág-szennyeződés; élhető környezet]

A talaj, illetve a fenntartható talajhasználat csak a fenti három specifikus sajátosság racionális kihasználásával képes megfelelően és eredményesen reagálni, a kihívásoknak megfelelni. Sok esetben egy-egy funkció karaktere (tér- és időbeni variabilitása, változékonysága/stabilitása/kontrollálhatósága, határfeltételei, korlátai) nem – vagy nem megfelelően – került figyelembe vételre a talajkészletek különböző célú hasznosítása során. Ez pedig sajnos gyakran ésszerűtlen talajhasználatához, a talaj kizsárolásához, megújuló képességének megghiúsulásához, egy vagy több talajfunkció zavarához, súlyosabb esetben komoly környezet-károsodáshoz vezetett, s – megfelelő ellenintézkedések hiányában – vezethet a jövőben is (Várallyay, 2010).

Magyarország talajai

Magyarországon a nagyon *változatos* talajképződési tényezők bonyolult összhatásának eredményeképpen mozaikosan tarka *talajtakaró* alakult ki, térben [horizontálisan (foltosság) és vertikálisan (rétegezettség)] és időben egyaránt nagyon változó talajtulajdonságokkal, amelyekről nemzetközi színvonalú *talajtani adatbázis* nyújt információt, s képez tudományos alapokat azok szabályozására. Ilyen talajtani adatbázist jelentett – hogy csak a legjelentősebb talajvizsgálati/talajtérképezési rendszereket említsük – a XIX. század végi agrogeológiai térképezés; az 1935–1955-ig tartó Kreybig-féle átnézetes talajtérképezés; az 1960–1970-ig folyó genetikus üzemi talajtérképezés; az ország agroökológiai potenciáljának felmérése program keretében végrehajtott agrotopográfiai térképezés; s a jelenleg is működő Talajinformációs és Monitoring Rendszer (TIM). Ezeket számos – különböző tartalmú, léptékű, részletességű – talajtérkép és adatbázis, monográfia és kézikönyv egészítette ki. Az adatbázis jelenleg is folyó folyamatos fejlesztése biztosítja annak korszerű naprakészségét (Láng et al., 1983; Magyarország Nemzeti Atlasza, 1989; Stefanovits, 1992; Szabolcs és Várallyay, 1978; Várallyay, 1985, 2005c; Várallyay et al., 1979, 1980a,b, 2009;).

Az erre vonatkozó felmérések alapján megállapítható, hogy *Magyarország (elsősorban a Magyar Alföldek) általában és viszonylag kedvező agroökológiai adottságokkal rendelkezik* (Láng et al., 1983). Érvényes ez a megállapítás talajkészleteinkre is. Az ezt bizonyító országos, és Magyarország hét nagytájára elkészített regionális tematikus talajtérképek atlaszának „tartalomjegyzék fedőlapját” mutatjuk be az **1. ábrán**.

7. Nem, vagy részben mállott durva vázrészek	4,6
A TALAJ VIZGAZDÁLKODÁSI TULAJDONSÁGAI	
1. Igen nagy víznyelésű és vízvezető képességű, gyenge vízraktározó képességű, igen gyengén víztartó talajok	10,5
2. Nagy víznyelésű és vízvezető képességű, közepes vízraktározó képességű, gyengén víztartó talajok	11,1
3. Jó víznyelésű és vízvezető képességű, jó vízraktározó képességű, jó víztartó talajok	24,9
4. Közepes víznyelésű és vízvezető képességű, nagy vízraktározó képességű, jó víztartó talajok	19,1
5. Közepes víznyelésű, gyenge vízvezető képességű, nagy vízraktározó képességű, erősen víztartó talajok	6,2
6. Gyenge víznyelésű, igen gyenge vízvezető képességű, erősen víztartó, kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok	14,9
7. Igen gyenge víznyelésű, szélsőségesen gyenge vízvezető képességű, igen erősen víztartó, igen kedvezőtlen, szélsőséges vízgazdálkodású talajok	3,6
8. Jó víznyelésű és vízvezető képességű, igen nagy vízraktározó képességű talajok	1,3
9. Sekély termőrétegűség miatt szélsőséges vízgazdálkodású talajok	8,4
SZERVESANYAG-KÉSZLET (t/ha) (a talaj humuszos rétegére vonatkoztatva)	
1. 0–50	5,3
2. 50–100	21,0
3. 100–200	28,5
4. 200–300	21,1
5. 300–400	20,7
6. 400–	3,4
A TERMŐRÉTEG VASTAGSÁGA (kő, kavics, talajvíz)	
1. 0–20 cm	0,3
2. 20–40 cm	4,9
3. 40–70 cm	5,3
4. 70–100 cm	4,0
5. 100– cm	85,5

1. táblázat. Fontosabb talajjellemzők kiterjedése Magyarországon (az összterület %-ában)

Table 1. Distribution of important soil characteristics in Hungary (as a % of the total area)

Talajaink környezeti állapotáról és az ezekben végbemenő változásokról a Talajvédelmi Információs és Monitoring rendszer (TIM) 1200 mérési pont (800 mezőgazdasági területen, 200 erdőterületen, 200 környezetvédelmi szempontból különösen érdekes területen) adatai alapján szolgáltat információkat 20 talajtulajdonságról, azok időbeni változékonyságától függő 1–3–6 éves gyakorisággal (Várallyay et al., 2009).

Az ország *általában és viszonylag* kedvező agroökológiai adottságai azonban igen nagy tér- és időbeni *változatosságot* mutatnak, szeszélyesek, szélsőségekre hajlamosak, s érzékenyen reagálnak bizonyos természeti okok miatti vagy különböző emberi tevékenység okozta stresszhatásokra. Környezeti állapotunk megóvása (vagy javítása) érdekében ezekhez a körülményekhez kell alkalmazkodni, a várható változásokra felkészülni, azok kedvező hatásainak erősítésére, illetve kedvezőtlen következményeinek megelőzésére, elhárítására, gyengítésére, csökkentésére tudományosan megalapozott módszereket, technológiákat kidolgozni, széleskörűen és eredményesen alkalmazni.

A kedvező agroökológiai adottságokat elsősorban három tényező korlátozza:

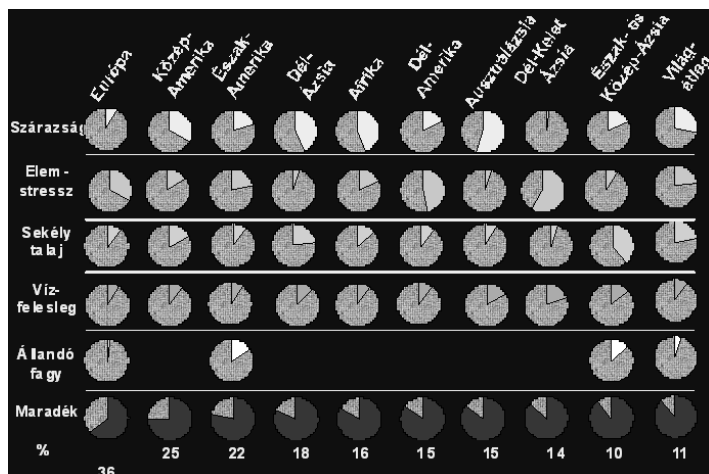
- (i) Talajdegradációs folyamatok.
- (ii) Szélsőséges vízháztartási helyzetek.
- (iii) A szerves anyag és az elemek (növényi tápanyagok és potenciális szennyezőanyagok) kedvezőtlen biogeokémiai körforgalma.

Talajtermékenységet gátló tényezők, talajdegradációs folyamatok

Az agroökológiai potenciált, a talaj multifunkcionalitását, benne termékenységet, Földünk jelentős területein korlátozzák különböző tényezők. Ezekről mutatunk be összeállítást a **2. ábrán**.

Sajnos, a *talajtermékenységet gátló tényezőkkel* Magyarország jelentős területein is számolni kell, mint ezt a **3. ábra** térképe és kördiagramja szemlélteti (Szabolcs és Várallyay, 1978). E tényezők természeti (termőhelyi) *adottságok*, amelyekhez vagy *alkalmazkodni* kell *megfelelő* talajhasználattal, művelési ággal, vetésszerkezettel és agrotechnikával, a „Termeljük mindent ott,

ahová való!”, illetve „Mezőgazdaságunk termelési szerkezetét minél inkább kell természeti (ökológiai) viszonyainkhoz igazítani!” alapelvek érvényesítésével, vagy – amennyiben az lehetséges, szükséges, indokolt és racionális – azok *megváltoztatásával* (melioráció, talajjavítás, talajvédelem, vízrendezés) (Láng et al., 2007; Harnos és Csete, 2008).



2. ábra. A Föld agroökológiai potenciálját korlátozó tényezők

Figure 2. Major limitations of the agro-ecological potential

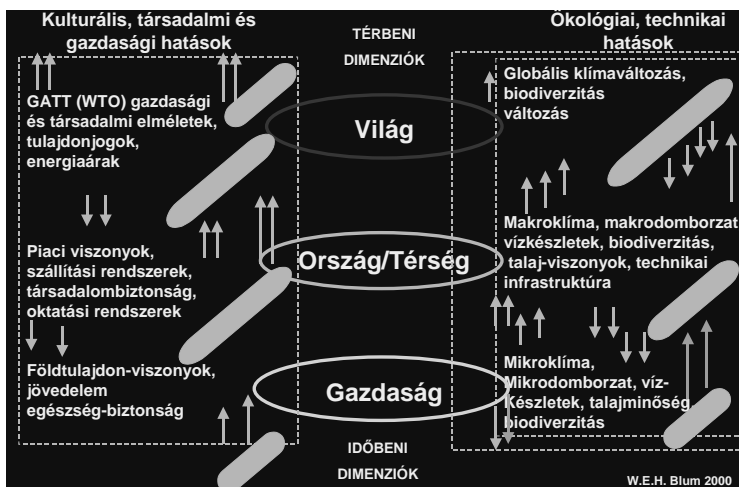


3. ábra A talajtermékenységet gátló tényezők: 1. Nagy homoktartalom, 2. Savanyú kémhatás, 3. Szikesedés, 4. Szikesedés mélyebb talajrétegekben, 5. Nagy agyagtartalom, 6. Láposodás, mocsarasodás, 7. Erózió, 8. Felszín közeli tömör kőzet

Figure 3. Limiting factors of soil fertility in Hungary: 1. Extremely coarse texture, 2. Acidity, 3. Salinity/alkalinity, 4. Salinity/alkalinity in deeper layers, 5. Extremely heavy texture, 6. Waterlogging or peat formation, 7. Erosion, 8. Shallow depth

A jelenlegi állapotot – gyakran jelentős, néhány esetben katasztrofális mértékben – súlyosbítják a *talajdegradációs folyamatok*, amelyek a talaj anyagforgalmának számunkra kedvezőtlen irányú megváltozását jelentik, annak minden káros következményével. Talajdegradációs folyamatok természeti okok (pl. klímaváltozás, árvíz, földcsuszamlás stb.) miatt, vagy a sokoldalú emberi tevékenység (ésszerűtlen földhasználat; ipari tevékenység; bányászat; infrastruktúra és településfejlesztés, urbanizáció; stb.) közvetlen vagy közvetett hatásaiként; tudatos vagy nem kívánt (ismert, kiszámítható vagy váratlan) következményeiként egyaránt bekövetkezhetnek (Várallyay, 1989, 2006, 2010a). A Föld talajait sújtó vagy veszélyeztető talajdegradációs folyamatokról az elmúlt évtizedekben világméretű felmérés készült. A GLASOD (GLObal Assessment of SOil Degradation) Program globális léptékben (1:5M méretarányban) arról nyújtott szemléletes áttekintést, hogy a Föld mely területein fordulnak elő különböző típusú,

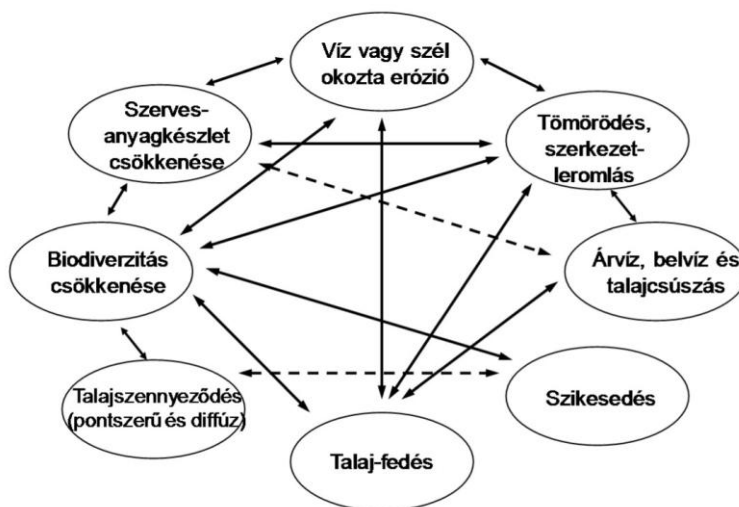
mértékű, súlyosságú talajdegradációs folyamatok, ezek az érintett terület milyen hányadát érintik, s melyek az adott talajdegradációs folyamat fő okai, kiváltó és befolyásoló tényezői (Oldeman et al., 1990). Egy *globális helyzetkép felvázolása* a talajdegradációs folyamatokról szükséges, de nem elégséges lépése a probléma megoldásának. De ezt csak egy hierarchikusan felépített Talajvédelmi Stratégia-rendszer alapozhatja meg – a *döntéshozás minden szintjén*: **4. ábra**.



4. ábra A talajdegradáció térbeli és időbeni dimenziói

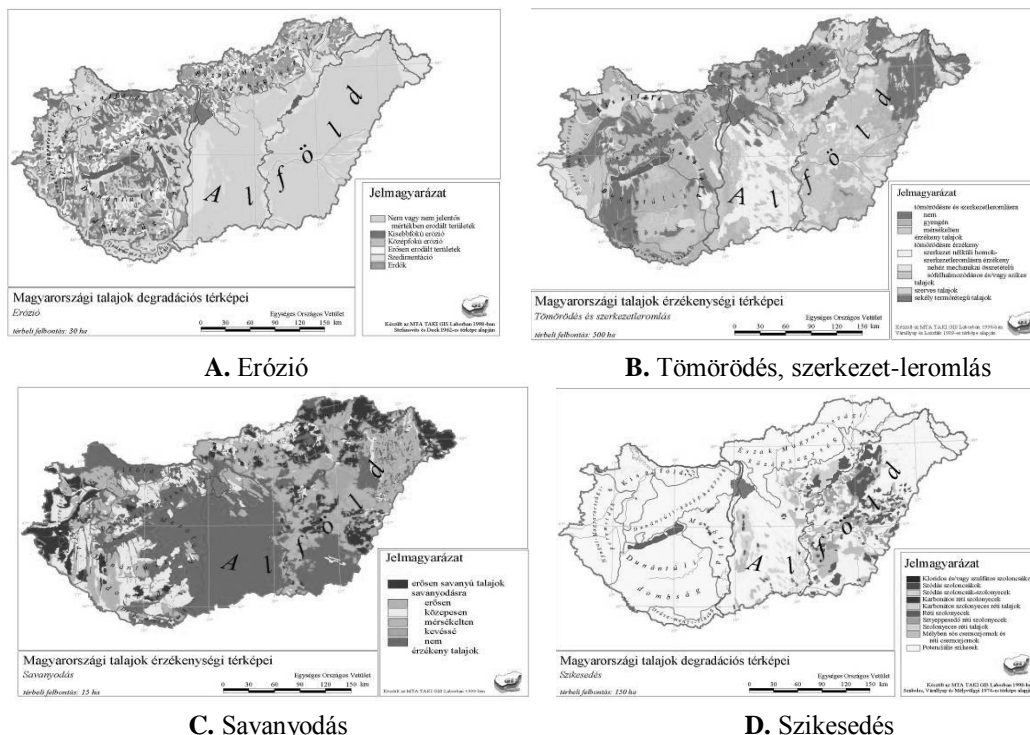
Figure 4. Land and soil degradation dimensions in space and time

Európa Talajvédelmi Stratégiájának kidolgozása során 8 talajdegradációs folyamat vizsgálata és „kezelése” kapott prioritást (**5. ábra**) (Várallyay, 2005b).



5. ábra Talajdegradációs folyamatok Európában

Figure 5. Soil degradation processes in Europe



6. ábra Talajdegradációs folyamatok és a talajok azokkal szembeni érzékenysége Magyarországon:
A. Erózió, B. Tömörödés, szerkezet-leromlás, C. Savanyodás, D. Szikesedés
Figure 6. Soil degradation processes and soils' sensitivity to these processes in Hungary:
A. Erosion, B. Compaction, structure destruction, C. Acidification, D. Salinization/alkalinization

Sajnos, ezen degradációs folyamatok különböző mértékű káros hatásai Magyarországon is előfordulnak. Ezek közül legfontosabbak a következők (Szabó et al., 1998; Várallyay, 1989, 2010a):

- (1) Víz és szél okozta erózió.
- (2) Savanyodás.
- (3) Sófelhalmozódás, szikesedés.
- (4) Talajszerkezet leromlása, tömörödés.
- (5) A talaj vízgazdálkodásának szélsőséggé válása.
- (6) Biológiai degradáció: kedvezőtlen mikrobiológiai folyamatok, szervesanyag-készlet csökkenése.
- (7) A talaj tápanyagforgalmának kedvezőtlen irányú megváltozása.
- (8) A talaj puffereképességének csökkenése, talajmérgezés, toxicitás.

Ezek közül a négy legjelentősebb térképét mutatjuk be vázlatosan a **6. ábrán**, a talajok ezekkel szemben érzékenységének feltüntetésével.

Európa – s azt megelőzően – Magyarország „Talajvédelmi Stratégiája” (Németh et al., 2005; Várallyay, 2005b) a már degradálódott talajok pontos – helyszíni megfigyelésekre és mérésekre, laboratóriumi vizsgálatokra és távérzékelési információkra alapozott – felmérésén és degradálódásának oknyomozó elemzésén kívül célul tűzte ki a különböző degradációs folyamatok által veszélyeztetett (potenciálisan degradációs) területek azonosítását, és lehatárolását is, annak érdekében, hogy a fenyegető veszélyek elhárítására megfelelő *preventív* intézkedések történhessenek.

A talajdegradációs folyamatok ugyanis nem szükségszerű és kivédhetetlen következményei az ésszerű és megfelelő földhasználatnak. Az esetek túlnyomó részében megelőzhetőek, kivédhetőek, vagy legalább bizonyos tűrési határig mérsékelhetőek. Ehhez azonban a

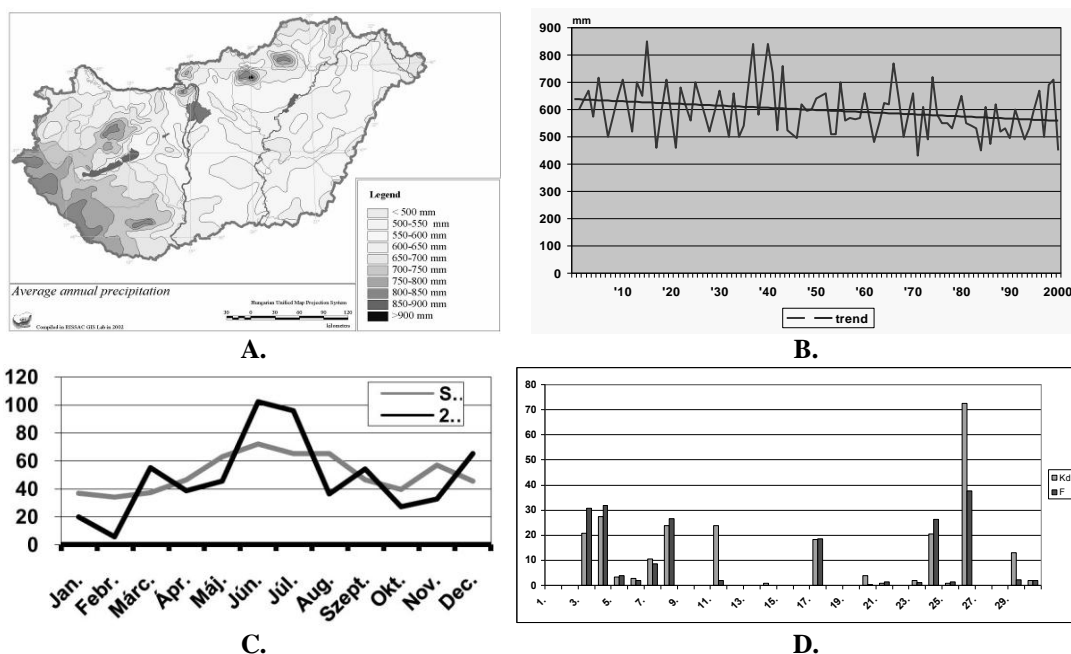
talaj „megújuló képességének” feltételeit biztosító, tudományosan sokoldalúan megalapozott beavatkozások szükségesek. Ezek kidolgozásához pedig egy olyan *korszerű és naprakész talajtani adatbázis*, amely *megfelelő* információt nyújt a talajok jelenlegi környezeti állapotáról, annak változásáról (monitoring), valamint a talajok környezeti érzékenységről/sérülékenységről (Szabó et al., 1998; Várallyay, 1989, 2002b). Magyarországon egy ilyen korszerű, nemzetközi színvonalú adatbázis rendelkezésre áll, „csak” annak folyamatos naprakészségét, valamint információinak széleskörű és sokoldalú felhasználását kell biztosítani talajkészleteink védelme, a káros talajdegradációs folyamatok megelőzése, kivédése, megszüntetése, de legalábbis bizonyos tűrési határig történő mérséklése érdekében (Németh et al., 2005).

Szélsőséges vízháztartási helyzetek

A Föld *korlátozott édesvíz-készletei* egyre keresettebb hiánycikké, stratégiai tényezővé, gyakran nemzetközi konfliktusok forrásává válnak, hisz a korlátozott vízkészletekből egyre nagyobb és sokoldalúbb igényeket kell(ene) kielégíteni (Somlyódy, 2002).

Magyarország természeti adottságai között is nagy biztonsággal előrejelezhető, hogy az életminőség javítását célzó társadalmi fejlődésnek, a multifunkcionális mezőgazdaság- és vidékfejlesztésnek és a környezetvédelemnek egyaránt a víz lesz egyik meghatározó tényezője, a vízfelhasználás hatékonyságának növelése, benne a talaj nedvességforgalom-szabályozása pedig megkülönböztetett jelentőségű kulcsfeladata (Somlyódy, 2002; Várallyay, 2003, 2008, 2010).

Vízkészleteink korlátozottak. A *lehulló csapadék* a jövőben sem lesz több (sőt a prognosztizált globális felmelegedés következtében esetleg kevesebb) mint jelenleg, s nem fog csökkenni annak tér- és időbeni változékonysága sem (Harnos és Csete, 2008; Láng et al., 2007). Pedig Magyarországon elsősorban éppen ennek van megkülönböztetett jelentősége. Jól mutatja ezt a **7. ábra**, amelyen a sokéves átlagos csapadékmennyiség területi megoszlását (A), illetve az évi átlagos csapadékmennyiség utolsó évszázadban történő ingadozását (B), az éven belüli havi (C), illetve a hónapon belüli napi megoszlását (D) tüntettük fel néhány példán.

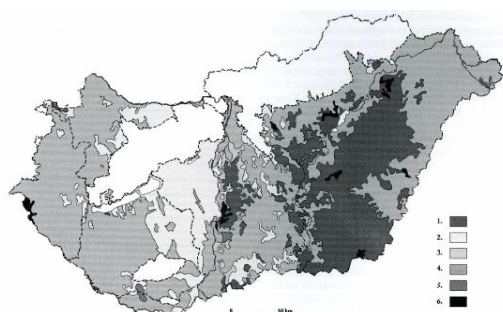


7. ábra Lehulló csapadék tér- és időbeni variabilitása
Figure 7. Spatial and temporal variability of precipitation

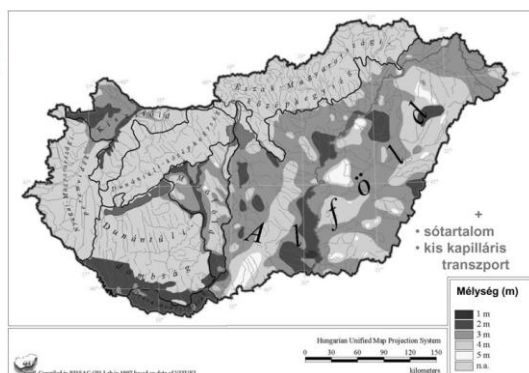
A bizonytalan csapadékviszonyok mellett (miatt) nem lehet számítani a 85–90%-ban szomszédos országokból érkező *felszíni vizeink* mennyiségének növekedésére sem, különösen nem a kritikus „kiszáradt” időszakokban (Somlyódy, 2002).

Felszín alatti vízkészleteink ugyancsak nem termelhetők ki korlátlanul súlyos környezeti következmények nélkül, mint erre az utóbbi években a már-már katasztrofális következményekkel járó és „sivatagosodási tüneteket” okozó Duna–Tisza közti talajvízszint-süllyedés hívta fel a figyelmet (Pálfi, 2005). Nem is beszélve arról, hogy a hidro(geo)lógiailag zárt Kárpát-medence alföldjei alatt – azok negatív vízmérlege ($Cs < P$) miatt – az anyagfelhalmozódási folyamatok dominálnak, emiatt a talajvizek nagy sótartalmúak és kedvezőtlen ionösszetételűek (**8. ábra**), ami felhasználhatóságukat – példamutatóan szigorú vízminőség normáink miatt – nagyon leszűkíti (Várallyay, 2008, Magyarország Nemzeti Atlasza, 1989).

A társadalom egyre sokoldalúbbá váló növekvő vízigényének kielégítését tehát korlátozott és szeszélyes eloszlású vízkészletekből kell megoldani.



4. ábra. A talajvíz kémiai típusai kationok szerint
Jelmagyarázat: 1. nátriumos (Na), 2. magnéziumos (Mg), 3. magnézium-kalciumos (Mg-Ca), 4. kalciumos (Ca),
5. kalcium-nátriumos (Ca-Na), 6. vegyes (Ca-Mg-Na)
Fig. 4. Chemical type of the groundwater by cations

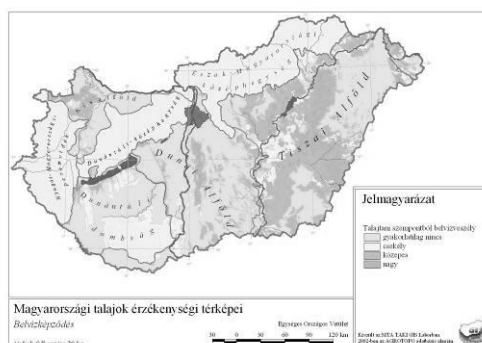
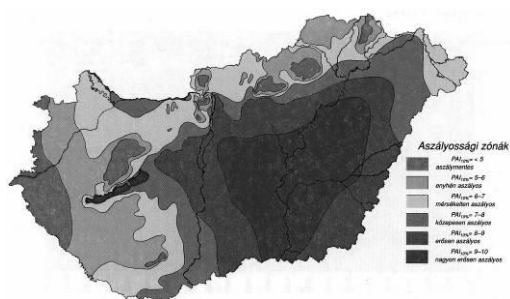


8. ábra Talajvíz-készletek Magyarországon
Figure 8. Groundwater resources in Hungary

*Időjárásunk szélsőségesre hajlamos. A klímaváltozás prognózisok egybehangzó megállapítása szerint a szélsőséges időjárási és vízháztartási helyzetek bekövetkezésének valószínűsége, gyakorisága, tartama és súlyossága egyaránt növekedni fog, s fokozódnak kedvezőtlen, káros, bizonyos esetekben katasztrofális gazdasági, környezeti, ökológiai, sőt szociális következményei is (Harnos és Csete, 2008; Láng et al., 2007; Pálfi, 2005; Várallyay, 2010). Az utóbbi évek fájdalmasan igazolták e prognózist. Az időjárás, elsősorban a csapadékviszonyok tér- és időbeni változatossága, kiszámíthatatlan szeszélyessége és szélsőségesége tovább fokozódott. Nem is beszélve az utóbbi években egyre gyakoribbá váló és egyre nagyobb, gyakran katasztrofális károkat okozó nagyintenzitású záporokról, zivatarokról, viharokról, „eső-függönyökről”, „eső-bombákról”, amelyek során néhány perc/óra/nap alatt zúdul le egy- vagy többhavi csapadékmennyiség, mégpedig egészen rapszodikus területi eloszlásban, foltosan, sávosan, mozaik-szerűen. Természetes, hogy ilyen intenzitású csapadéknak (vagy egy hirtelen elolvadó hó olvadékvízének) csak kis hányada képes a talajba szivárogni, nagy része viszont elfolyik a felszínen, s okoz *belvizeket, árvizeket*, vagy a lejtős felszínekről lezúdulva talajeróziós veszteségeket, sárlavinákat, földcsuszamlásokat; a völgytalpi felhalmozódási területeken pedig feliszapolódási károkat, infrastruktúrát, településeket és létesítményeket vagy ültetvényeket és mezőgazdasági kultúrákat elfedő iszaporitást, csatorna-feltöltődést, belvív-elöntéseket. A csapadékos periódust követő száraz időszakban azután természetesen hiányzik ez a vízmennyiség, s a talajba beszivárgó és ott hasznosan tározódó csekély készlet csak rövid csapadékmentes időszakra képes a növény zavartalan vízellátását biztosítani, megjelenik a *szárazság*, súlyosabb esetben az *aszály*, gyakran szintén súlyos károkat okozva. Így adódik aztán gyakran (a lehullott csapadék *összmennyisége* által indokoltnál lényegesen többször és nagyobb mértékben) zavar a növények vízellátásában, s van vagy lenne szükség a hiányzó víz pótlására, illetve a káros víztöbblet eltávolítására. Mégpedig*

gyakran ugyanabban az évben, ugyanazon a területen. Jól mutatja ezt a **9. ábrán** bemutatott „aszály-érzékenység térkép” és „belvíz-veszélyeztetettség térkép” kritikus térségeinek területi egybe esése (Pálfi, 2005; Várallyay, 2008, 2010a).

Ilyen körülmények között megkülönböztetett jelentősége van annak, hogy *a talaj az ország legnagyobb potenciális természetes víztározója*. 0–100 cm-es rétegének pórusterébe *elvileg* a lehulló átlagos csapadékmennyiség közel kétharmada egyszerre beleférne, mint ezt a talaj vízgazdálkodásának korszerű jellemzésére kidolgozott helyszíni felvételezési–vizsgálati–térképezési–adatértékelési–monitoring rendszerünk adatbázisa alapján megállapítottuk (Várallyay, 2005a, 2010). Hogy e kedvező adottság ellenére az ország (elsősorban az Alföld) talajaira mégis az előbbieken bemutatott szélsőségeség, illetve az arra való hajlam a jellemző annak az az oka, hogy talajaink 43%-a különböző okok miatt kedvezőtlen, 26%-a közepes, s „csak” 31%-a jó vízgazdálkodású (Várallyay, 1985; Várallyay et al., 1980b).

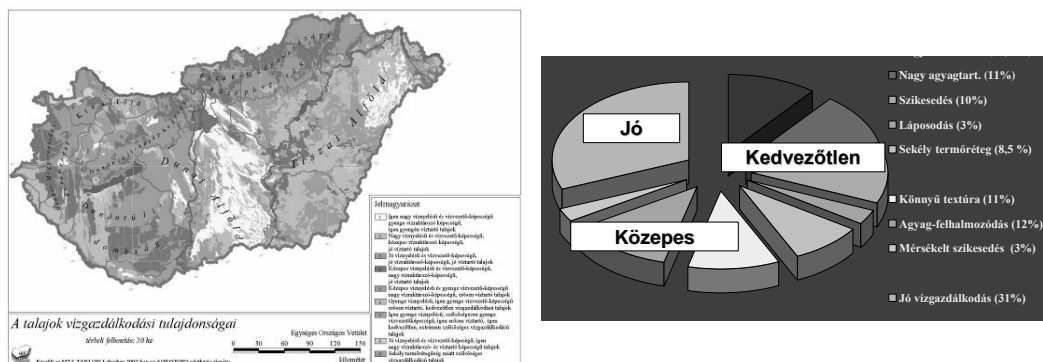


A.
9. ábra. Szélsőséges vízháztartási helyzetek Magyarországon
A. Aszály-érzékenység térkép, B. Belvíz-veszélyeztetettség térkép
Figure 9. Extreme moisture events in Hungary
A. Drought sensitivity map, B. Hazard of waterlogging

A **10. ábrán** egyrészt a hazai talajok legfontosabb fizikai–vízgazdálkodási tulajdonságai (fizikai talajféleség; vízbefogadó és víztartó képesség, teljes és szabadföldi vízkapacitás, holtvíztartalom, hasznosítható vízkészlet; víznyelő képesség; hidraulikus vezetőképesség) vonatkozó kategória rendszer térképét; másrészt a jó, közepes és kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok megoszlását mutatjuk be, mégpedig azok okainak feltüntetésével (Láng et al., 2007; Várallyay et al., 1980b).

A nagy tározótér – szélsőséges vízháztartás ellentmondás alapvető oka, hogy a talaj potenciális nedvességtározó terének *hasznos kihasználását* igen nagy területen korlátozza (Várallyay et al., 1980b; Várallyay, 2010c):

- (a) a víz tárolására egyébként alkalmas pórustér vízzel telítettsége („*tele palack effektus*”), amit egy előző vízforrás (légtéri csapadék, hó-olvadékvíz, felszínen odafolyó víz, megemelkedő szintű talajvíz, öntözővíz) előzetesen már feltöltött;
- (b) a felszíni talajréteg fagyott volta („*befagyott palack effektus*”), pl. olyan esetben, mikor a hó fagyott talaj felszínére hull, majd gyors olvadását követően az olvadékvíz nem tud a fagyott (s így vízátnemeresztő) felszíni talajba szivárogni;
- (c) kis vízáteresztő képességű réteg a talaj felszínén vagy felszín közelben („*ledugaszolt palack effektus*”).



10. ábra Magyarországi talajok vízgazdálkodása és annak okai

Figure 10. Hydrophysical properties of Hungarian soils and the reasons of the unfavourable, moderate or good water management categories

Ilyen területeken a talaj még a hosszabb-rövidebb belvízborítás alatt sem ázik be mélyen, nem „használja ki” víztároló kapacitását, növekszenek a felszíni lefolyási és párolgási veszteségek. A belvizek természetes eltűnése vagy mesterséges eltüntetése után az aszályos nyári időszakban ugyanezek a területeken komoly aszálykárok jelentkeznek, ami sajnos jellemzője az ország alföldi területeinek.

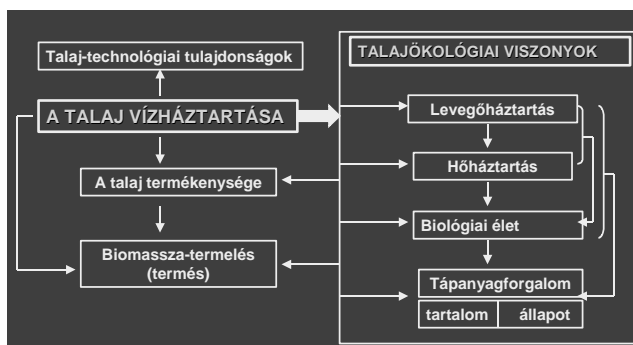
(B) A talajba szivárgott víz hasznos (növények számára felvehető formában történő) tározását korlátozó kis víztartó képesség (homoktalajok: „*lyukas palack effektus*”) vagy nagy holtvíztartalom (agyagtalajok) következménye ugyancsak a kis hasznosítható vízkészlet és az aszályérzékenység.

Fentiekből következik, hogy Magyarországon (elsősorban a szélsőségesekre különösen hajlamos alföldi területeken) mindent el kell követni a rendelkezésre álló korlátozott vízkészletek minél hatékonyabb hasznosítása érdekében. Ez az adott körülményekhez rugalmasan alkalmazkodó, többirányú *vízháztartás/nedvességforgalom-szabályozást* tesz szükségessé (tározás, elvezetés, pótlás), amelyek alaptétele nem lehet más, mint a talajra jutó víz talajba szivárgásának és a talajban történő hasznos, növények számára felvehető, környezeti károkat nem okozó tározásának elősegítése. Erre ma már Magyarországon is megfelelő agrotechnikai, talaj- és vízhasználati módszerek állnak rendelkezésre, csak az adott körülményekhez kell azokat – termőhely-specifikusan – adaptálni és végrehajtani. Így eredményesen megelőzhető, kivédhető, elhárítható vagy mérsékelhető a szélsőséges vízháztartási helyzetek kockázata, bekövetkezésének valószínűsége, gyakorisága, tartama, mértéke, súlyossága, s eredményesen csökkenthetők káros gazdasági, környezeti, társadalmi következményei is (Várallyay, 2003, 2008).

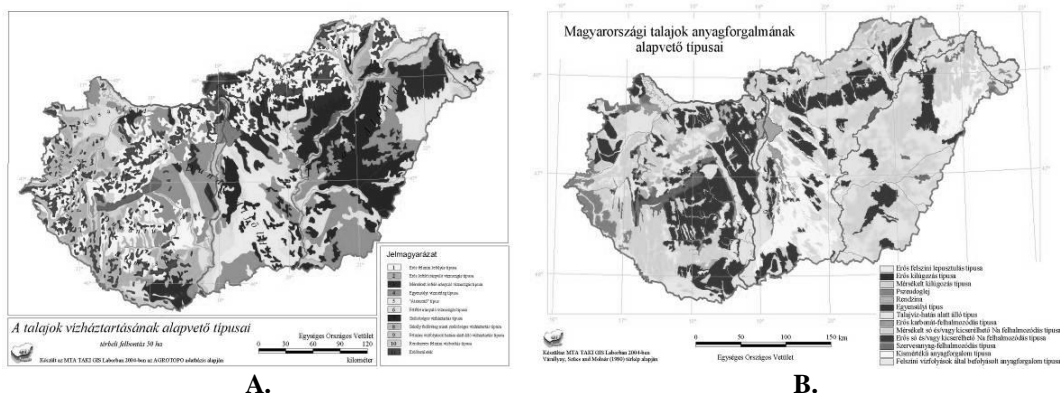
Vízgazdálkodás és a talaj anyagforgalma

A talaj vízgazdálkodása és nedvességforgalma a növényzet és a bióta közvetlen vízellátásán kívül többnyire döntő mértékben befolyásolja a többi talajökológiai tényező (levegő-, hő- és tápanyagforgalom, biológiai tevékenység) állapotát és dinamikáját is. Jelentős (gyakran meghatározó) hatással van a talaj anyag- és energiaforgalmára, abiotikus és biotikus transzport és transzformációs folyamataira, következésképpen funkcióira, termékenységére, megújuló képességére (Debreczeniné és Németh, 2009; Németh et al., 2005; Stefanovits, 1992; Várallyay és Láng, 2000). Hat továbbá a talaj technológiai állapotára, művelhetőségére, a talajművelés energiaigényére (Birkás és Gyuricza, 2004); valamint a talaj környezeti érzékenységére, stressztűrő képességére, technikai és kémiai terhelhetőségére is (Várallyay, 2002b). Ezen összefüggéseket szemlélteti vázlatosan a **11. ábra**, valamint a **12. ábrán** bemutatott, Magyarország talajainak vízháztartási típusait, illetve anyagforgalmi kategóriáit ábrázoló két térkép hasonlósága (Várallyay, 1985).

A bemutatott összefüggések alapján megállapítható, hogy a talaj vízháztartásának/nedvességforgalmának szabályozására irányuló beavatkozások túlnyomó része eredményes és hatékony *környezetvédelmi intézkedés* is. Hisz egyidejűleg a talaj biológiai tevékenységének és elemforgalmának (növényi tápelemeknek és szennyezőanyagoknak) szabályozását, nagyon kevés kivételtől eltekintve kedvező irányú szabályozását is jelenti (Nemzeti Agrár-környezetvédelmi Program, 1999; Várallyay, 2010b,c).



11. ábra A talaj vízháztartásának hatása a talajökológiai viszonyokra
Figure 11. The effect of soil moisture regime on soil ecological conditions

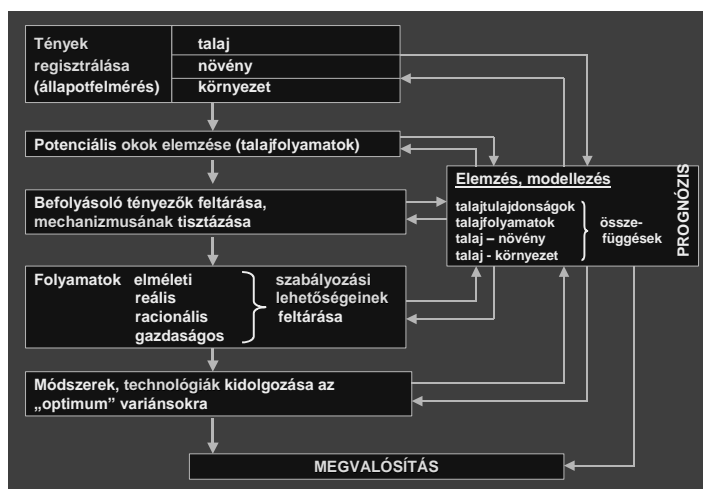


12. ábra Magyarország talajainak vízháztartási (A) és anyagforgalmi (B) típusai
Figure 12. Moisture (A) and substance regime (B) types of Hungarian soils

Talajfolyamatok szabályozása, a fenntartható talajhasználat alap-feladatai

A korszerű talajtan alapvető célja a talajban végbemenő *anyag- és energiaforgalmi folyamatok* (abiotikus és biotikus transzport és transzformáció) *szabályozása* (Várallyay, 2000). Ez a 13. ábrán bemutatott, logikusan egymásra épülő (és emiatt sorrendjében racionálisan és káros következmények nélkül nem felcserélhető) lépéseket foglalja magában.

A céltudatos és eredményes folyamatszabályozáshoz a szilárd kiinduló pontot csak egy *megfelelő* (tartalmú, részletességű, megbízható és reprodukálható, reprezentatív) *adatbázis*; a talajban (illetve a levegő–víz–talaj–élővilág kontinumban) bekövetkező változásokat regisztráló *monitoring rendszer*; a változások okait elemző „*oknyomozó*”, valamint a (hatás) *mechanizmusokat* tisztázó, *egzaktan leíró*, lehetőleg kvantitatívan (is) jellemző; s befolyásolási, *szabályozási lehetőségeit* így módon feltáró *rendszer* jelent(het)i. Egy ilyen rendszer alapján adhatunk *megfelelő* választ az adott kor aktuális új kihívásaira.



13. ábra Talajfolyamatok szabályozása

Figure 13. Control of soil processes

Ezen kihívásoknak (is) megfelelő *fenntartható talajhasználat legfontosabb feladatait* – Stefanovits évekkel ezelőtt megfogalmazott páratlan tömörségű Talajtani Tízparancsolatának szellemében – az alábbiakban lehet összefoglalni (Németh et al., 2005; Várallyay, 2005b):

1. A termőhelyi adottságok és a termeszteni kívánt növények termőhelyi igényeinek eddiginél sokkal jobb összehangolása:
 - jobb területi koordináció: az adott termőhelyi viszonyoknak megfelelő művelési ág és vetésszerkezet;
 - a termeszteni kívánt növények „alakítása” az adott termőhelyi viszonyokhoz;
 - a termőhelyi adottságok megváltoztatása az adott növény (fajta) termőhelyi igényeinek megfelelően.
2. A természeti viszonyoknak és a tájnak megfelelő méretű és alakú mezőgazdasági táblák rendszerének kialakítása, megfelelő infrastruktúrával.
3. Talajdegradációs folyamatok megelőzése, mérséklése.
4. A termesztési folyamat során keletkező szerves anyagok minél teljesebb visszacsatolása a természetes anyagforgalom körfolyamatába (recycling).
5. A talaj felszínére jutó víz talajba szivárgásának és talajban történő hasznos tározásának elősegítése, ezáltal a talaj vízháztartási szélsőségeinek (aszály–belvíz) mérséklése (művelési ág és vetésszerkezet, agrotechnika, talajművelés, vízrendezés, öntözés).
6. A növény igényeihez, tápanyagfelvételi dinamikájához és a termőhelyi viszonyokhoz (időjárás, talajviszonyok, vízellátás) igazodó ésszerű és környezetkímélő tápanyagellátási rendszer.
7. A talajszennyeződés megelőzése, elhárítása, megszüntetése, bizonyos tűrési korlátok között tartása.

A talaj tulajdonságait meghatározó, természetes megújuló képességének és multifunkcionalitásának feltételeit biztosító, termékenységét megőrző (vagy fokozó) tudatos, körültekintő, racionális és hatékony *beavatkozások* egyaránt nélkülözhetetlen elemei a *fenntartható talajhasználatnak, a korszerű vízkészlet-gazdálkodásnak, az eredményes környezetvédelemnek, így az élhető, megfelelő életminőséget biztosító vidékfejlesztésnek is.*

Irodalom

- Birkás M., Gyuricza Cs. (szerk.) 2004: Talajhasználat – Műveléshatás – Talajnedvesség. SzIE MKK. Quality-Press Nyomda & Kiadó Kft. Gödöllő.
- Csete L., Várallyay Gy. (szerk.) 2004: Agroökológia (Agroökoszisztémák környezeti összefüggései és szabályozásának lehetőségei). AGRO-21 Füzetek, 37. szám.
- Debreczeni B.-né, Németh T. (szerk.) 2009: Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) kutatási eredményei (1967–2001). Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Harnos Zs., Csete L. (szerk.) 2008: Klímaváltozás: környezet–kockázat–társadalom. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest.
- Láng I., Csete L., Harnos Zs. 1983: A magyar mezőgazdaság agroökológiai potenciálja az ezredfordulón. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Láng I., Csete L., Jolánkai M. (szerk.) 2007: A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok. A VAHAVA jelentés. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- Magyarország Nemzeti Atlasza 1989: Magyar Tudományos Akadémia. Budapest.
- Németh T., Stefanovits P., Várallyay Gy. 2005: Országos Talajvédelmi Stratégia tudományos háttere. Tájékoztató: Talajvédelem. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium. Budapest.
- Nemzeti Agrár-környezetvédelmi Program, 1999. FVM. Budapest.
- Oldeman, L. R., Hakeling, R. T. A., Sombroek, W. G. 1990: World Map of the Status of Human-induced Soil Degradation (GLASOD). ISRIC–UNEP. Wageningen.
- Pálfi I. 2005: Belvizek és aszályok Magyarországon (Hidrologiai tanulmányok). Közlekedési Dokum. Kft. Budapest.
- Somlyódy L. 2002: A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. Magyar Tudományos Akadémia. Budapest.
- Stefanovits P. 1992: Talajtan. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- Szabolcs I., Várallyay Gy. 1978: A talajok termékenységét gátló tényezők Magyarországon. Agrokémia és Talajtan, 27: 181–202.
- Szabó, J., Pásztor, L., Suba Zs., Várallyay, Gy. 1998: Integration of remote sensing and GIS techniques in land degradation mapping. Agrokémia és Talajtan, 47: 63–75.
- Várallyay Gy. 1985: Magyarország talajainak vízháztartási és anyagforgalmi típusai. Agrokémia és Talajtan, 34: 267–298.
- Várallyay Gy. 1989: Soil degradation processes and their control in Hungary. Land Degradation and Rehabilitation, 1: 171–188.
- Várallyay Gy. 2000: Talajfolyamatok szabályozásának tudományos megalapozása. In: Székfoglalók, 1995–1998. 1–32. Magyar Tudományos Akadémia. Budapest.
- Várallyay Gy. 2002a: A talaj multifunkcionalitásának szerepe a jövő fenntartható mezőgazdaságában. Acta Agron. (50 éves jubileumi különszám). 13–25.
- Várallyay Gy. 2002b: A talajok környezeti érzékenységének értékelése. Agrártudományi Közlemények, Debreceni Egyetem, 9: 62–74.
- Várallyay Gy. 2003: A mezőgazdasági vízgazdálkodás talajtani alapjai. Egyetemi jegyzet. FVM Vízgazd. Osztály. Budapest–Gödöllő.
- Várallyay Gy. 2005a: Magyarország talajainak vízraktározó képessége. Agrokémia és Talajtan, 54: 5–24.
- Várallyay Gy. 2005b: Talajvédelmi stratégia az EU-ban és Magyarországon. Agrokémia és Talajtan, 54: 203–216.
- Várallyay, Gy. 2005c: Soil survey and soil monitoring in Hungary. In: Jones, R. J. A., Housková, B., Bullock, P., Montanarella, L. (ed.): Soil Resources of Europe ESB Research Report No. 9. JRC. Ispra. p. 169–179.
- Várallyay, Gy. 2006: Soil degradation processes and extreme soil moisture regime as environmental problems in the Carpathian Basin. Agrokémia és Talajtan, 55: 9–18.
- Várallyay Gy. 2008: A talaj szerepe a csapadék-szélsőségek kedvezőtlen hatásainak mérséklésében. „KLÍMA-21” Füzetek, 52: 57–72.

- Várallyay Gy. 2010a: Talajdegradációs folyamatok és szélsőséges vízháztartási helyzetek, mint környezetvédelmi problémák a Kárpát-medencében. In: VI. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia, 2010. április 22–24. (Szerk.: Szabó B. & Tóth Cs.) 41–50. Bessenyei György Könyvkiadó. Nyíregyháza.
- Várallyay Gy. 2010b: A talaj, mint víztározó; talajszárazodás. „KLÍMA-21” Füzetek, 59: 3–25.
- Várallyay Gy. 2010c: Talajdegradációs folyamatok és szélsőséges vízháztartási helyzetek, mint a környezeti állapot meghatározó tényezői. „KLÍMA-21” Füzetek. 62. (megjelenés alatt)
- Várallyay Gy., Láng I. 2000: A talaj kettős funkciója: természeti erőforrás és termőhely. Debreceni Egyetem Agrártudományi Közlemények, 5–19.
- Várallyay Gy., Szücs L., Murányi A., Rajkai K., Zilahy P. 1979: Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1:100 000 méretarányú térképe. I. Agrokémia és Talajtan, 28: 363–384.
- Várallyay Gy., Szücs L., Murányi A., Rajkai K., Zilahy P. 1980a: Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1:100 000 méretarányú térképe. II. Agrokémia és Talajtan, 29: 35–76.
- Várallyay Gy., Szücs L., Rajkai K., Zilahy P., Murányi A. 1980b: Magyarországi talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak kategóriarendszere és 1:100 000 méretarányú térképe. Agrokémia és Talajtan, 29: 77–112.
- Várallyay Gy., Szabóné Kele G., Berényi Üveges J., Marth P., Karkalik A., Thury I. 2009: Magyarország talajainak állapota (a talajvédelmi információs és monitoring rendszer (TIM) adatai alapján). Földművelésügyi Minisztérium Agrárkörnyezetvédelmi Főosztály. Budapest.

Abstract

SOIL, AS NATURAL RESOURCE

GYÖRGY VÁRALLYAY

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry (RISSAC) of the Hungarian
Academy of Sciences

H-1022 Budapest, Herman Ottó út 15., Hungary, e-mail: g.varallyay@rissac.hu

Soil is the most important – conditionally renewable – natural resource in Hungary. Consequently, the rational and sustainable use, protection and conservation of soil resources – maintaining its multifunctionality – are priority tasks of biomass production and environment protection and are key elements of sustainable development. Human society uses (and sometimes misuses) more and more soil functions, utilizing two specific and unique soil characteristics: fertility and resilience. Under the integrated influence of the highly variable soil forming factors a rather heterogeneous, sometimes mosaic-like soil cover developed in Hungary. The comprehensive Hungarian soil database represents proper scientific basis for rational land use and soil management. The natural conditions in Hungary (particularly in the lowlands and plains) are generally favourable for rainfed biomass production. These conditions, however, show extremely high, irregular, consequently hardly predictable spatial and temporal variability, often extremes, and sensitively react to various natural or human-induced stresses. The main constraints are:

- (1) Soil degradation processes.
- (2) Extreme moisture regime: simultaneous hazard of flood, waterlogging, over-moistening and drought sensitivity.
- (3) Unfavourable changes in the biogeochemical cycles of elements, especially of plant nutrients and environmental pollutants.

The harmful consequences of the undesirable soil processes can be prevented or at least moderated on the basis of real prognoses, sensitivity and stress tolerance analyses. Water resources are limited

in Hungary. The annual precipitation, surface and subsurface water resources are not expected to increase in the future. The increasing water demand has to be satisfied from these limited resources. Water will be the key factor of sustainable biomass production, agricultural and rural development and environment protection. Consequently the increase of water use efficiency will be a key element of sustainable development. According to climate change prognoses the probability, frequency, duration and seriousness of extreme meteorological/hydrological situations and their harmful consequences will increase in the future. Under such conditions it is a particularly important fact that soil is the largest potential natural water reservoir in Hungary. In many cases, however, the efficient use of this huge potential water storage capacity is limited either by slow infiltration or poor water retention, and it results in extreme hydrological events such as flood, waterlogging, over-moistening or drought with their unfavourable consequences. The basic aim of any moisture control action is: to help infiltration into the soil and to increase water storage within the soil in plant-available form. Most of these soil moisture control measures are also efficient elements of environment protection. The control of soil processes determining/influencing soil properties, soil resilience, soil multifunctionality (including soil fertility/productivity) is the most important, inevitable element of sustainable land use, rational soil and water management, environment protection and rural development ensuring pleasant living conditions.

A BIOLÓGIAI SOKFÉLESEG SZEREPE AZ ÉLHETŐ VIDÉK FENNTARTÁSÁBAN

BÁLDI ANDRÁS¹ és KOVÁCS-HOSTYÁNSZKI ANIKÓ²

¹MTA-MTM Állatökológiai Kutatócsoport

1088 Budapest, Baross u. 13., e-mail: baldi@nhmus.hu

²Szent István Egyetem, Környezettudományi Doktori Iskola

2103 Gödöllő, Páter K. u. 1., e-mail: kovacsanko@yahoo.co.uk

Összefoglalás

Véleményünk szerint az élhető vidéket az ott élő emberek és az élővilág sokfélesége jelenti. Az intenzív mezőgazdálkodás, a nagymennyiségű kemikália használata ellehetetleníti a vidéki életformát, és drasztikusan lecsökkenti a biológiai sokféleséget. A magyar vidék európai viszonylatban gazdag élővilágnak ad otthont. Szinte minden nyugaton pusztuló, mezőgazdasághoz kötődő madárfaj állománya magasabb hazánkban, valamint nagyságrendileg több rovar, így például a növények beporzásában nélkülözhetetlen méh fordul elő. A biológiai sokféleség értéke felbecsülhetetlen, ugyanis ez adja az alapját a hatékony ökoszisztéma szolgáltatásoknak, például a primer produkció előállításának, beporzásnak, biológiai védekezésnek, vagy éppen a termőtalaj kialakulásának, a víz- és levegőtisztításnak. Habár nehéz az ökoszisztéma szolgáltatások értékét számszerűsíteni, egyes közelítő becslések például a méhek által biztosított beporzást évi 100 milliárd €-ra teszik. Az élhető vidék megőrzésének elméletben megfelelő eszköze az agrár-környezetvédelmi támogatások rendszere, de ahogy a nyugat-európai példák is mutatják, nem mindig sikeresek. A siker egyik záloga a megfelelő kutatási és tudásbázis megléte, azaz a mezőgazdasági kezelés és tájszerkezet biológiai sokféleségre kifejtett hatásának megértése. E tudás hiányában még a jószándékú programok sikere sem garantált. Magyarország felelőssége igen nagy az EU mezőgazdasági területekhez kötődő fajoknak fenntartásában. Rangos nemzetközi tanulmányok is hangsúlyozták, hogy a még meglévő biológiai sokféleség megőrzése az extenzívebb gazdálkodású országokban, például Magyarországon, sokkal hatékonyabb módja a védelemnek, mint a már régóta intenzív mezőgazdálkodást folytató országokban helyreállítani az élőhelyeket és az elpusztult biológiai sokféleséget.

Kulcsszavak: agrár-környezetvédelem, beporzás, Európai Unió, ökoszisztéma szolgáltatás

Bevezetés

Az élhető vidék kifejezést hallva valószínűleg mindenkinek némiképp más jut eszébe, de általánosságban egy helyi embereket és életközösségeket magába foglaló tájat képzelünk el. Ebben a tájban harmónia uralkodik a rendelkezésre álló természeti és emberi erőforrások között, egymáshoz alkalmazkodnak az igények és a lehetőségek. „Emberi” méretű táblákon sokféle termesztett növényt és legelő állatot találunk, és jelentős mértékben természetes növényzet, rétek, legelők, facsoportok, erdők, mocsarak, vizes élőhelyek borítják. A mezőgazdaság ehhez alkalmazkodó, hagyományos gazdálkodási formákkal folyik. Nem igazán tartjuk elérhetőnek az olyan vidéket, ahol erőteljes a gépesítettség, műtrágyák, gyomirtó-, rovarirtó- és gombaölő-szerek nagy mennyisége kerül a földekre. Ezeken a területeken „erőből” történik a mezőgazdasági termelés nagyléptékű vegyszeres kezeléssel, fizikai beavatkozással, öntözéssel. Ezt jól mutatja, hogy az ilyen intenzív művelt régiókban, illetve országokban a lakosság kicsiny töredéke él már csak vidéken, az emberek nagy többség városokban lakik.

De nem csupán az emberek, hanem a biológiai sokféleség is sérül, számos növény- és állatfaj eltűnik, kipusztul az intenzív, nagyüzemi tájakról. Rachel Carson amerikai író nevezetes könyvében, a *Néma tavasz*-ban, már 1962-ben felhívta a figyelmet a környezetünkbe áramló

vegyszerek, növényvédőszeres káros hatásaira, elsősorban az élővilág pusztulására (Carson, 2007). Ennek ellenére hatalmas mennyiségű kemikália jut ki, szóródik szét a természetben a mai napig. Hazánkban például évente 300000 tonna műtrágya nitrogén, és 10000 tonna kártevőirtó hatóanyag kerül a földekre (<http://faostat.fao.org/>). Mindez azonban töredéke csupán a nyugat-európai országok kemikália használatának, mely országokban a gazdálkodás sokkal intenzívebben és nagyobb területekre kiterjedően zajlik. Rovar-, gyom- és gombaölő vegyszerek hatóanyagából például Franciaországban 66000 tonnát, Németországban 38000 tonnát bocsátanak ki évente.

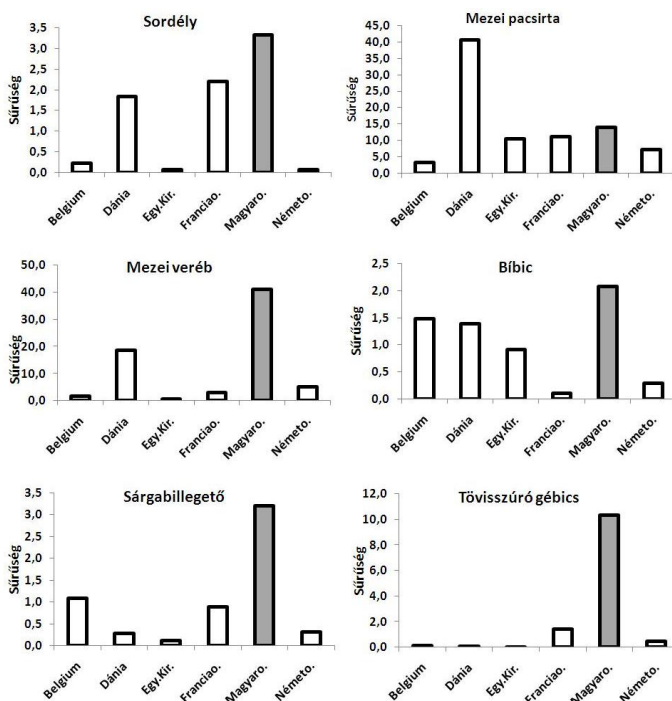
Magyar agrártájak biodiverzitása európai összevetésben

A biodiverzitás, vagy más szóval biológiai sokféleség nagymértékű és az utóbbi fél évszázadban igen felgyorsult csökkenését sok tekintetben az intenzív mezőgazdálkodásnak tulajdonítják. Biodiverzitásnak nevezzük az élet változatosságát, ideértve a genetikai változatosságot, a fajok és ökoszisztémák sokféleségét, szárazföldi, tengeri és édesvízi rendszerek esetében egyaránt. Leggyakrabban használt mérőszámai a fajsza és az abundancia, azaz egy csoport, például madarak hány faja és mekkora egyedszámban fordul elő egy adott területen. Ennek a megközelítésnek leginkább praktikus okai vannak, mivel más biodiverzitás mérőszámok használata sokszor bonyolultabb és drágább lenne, és/vagy nehezebben lehetne interpretálni a döntéshozók számára.

A hazai mezőgazdasági területek biodiverzitása számos nyugat-európai országot messze felülmúlja. Sajnos kevés a nagy térléptékre kiterjedő megbízható és részletes adat, de a meglévők alátámasztják hazánk biológiai fajgazdagságát, mint az alábbiakban bemutatjuk. Legtöbb ismeretünk a madarakról van, a fajok populációinak, elterjedésének, területhasználatának felmérése a legtöbb európai országban megtörtént, illetve monitorozásuk folyamatban van (Burfield és Bommel, 2004; Gregory et al., 2005; Szép és Nagy, 2006). E munkák eredményeiből kitűnik, hogy Közép- és Kelet-Európa országaiban gazdag és kevésbé pusztuló madárállományok fordulnak elő az agrártájakban, szemben más európai országokkal. Burfield és Bommel (2004) alapján öt nyugat-európai ország és Magyarország hat jellemző mezőgazdasági területekhez kötődő, azaz azokon költő és táplálkozó madárfajának 100 hektár mezőgazdasági területre jutó sűrűségét hasonlítottuk össze (**1. ábra**). E fajok szinte mindegyikének Magyarországon mutatta a legmagasabb értékeket.

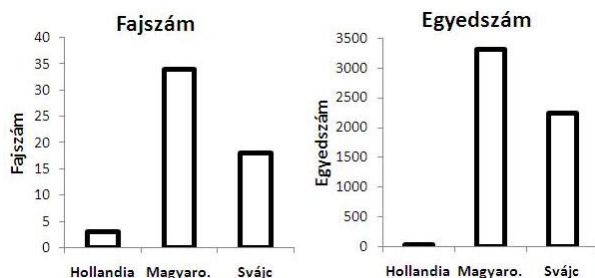
Viszonylag kevés olyan részletes kvantitatív felmérés történt például gerincteleneken, mely alapján a hazai mezőgazdasági területek gazdagságát megfelelően tudnánk értékelni a fejlett Nyugat-Európához képest. Egy ilyen projekt volt az EASY névvel ellátott Európai Unió program, mely során azonos mintavételi protokollal gyűjtöttünk adatokat Hollandia, Svájc és Magyarország több gyepterületéről. E felmérések eredményei alapján az intenzív holland gyepek élővilágának igen jelentős elszegényedését mutattuk ki például a növények beporzásában kulcsszerepet játszó méhekre (Batáry et al., 2010), valamint a növényevő egyenesszárnyúakra (**2. ábra**).

Ezen projekt, valamint más, mind gyepekre, illetve szántóföldekre irányuló kutatásaink alapján meggyőződésünk, hogy az agrártájak élővilágának védelme és megőrzése extenzív természeti, gazdálkodási formákat igényel.



1. ábra. Néhány mezőgazdasági területhez kötődő veszélyeztetett madárfaj állománysűrűsége Magyarországon, illetve öt, intenzív mezőgazdálkodással jellemezhető nyugat-európai országban. A veszélyeztetettség a SPEC (Species of European Conservation Concern) alapján azt jelenti, hogy Európában a faj helyzete kedvezőtlen (Burfield és Bommel, 2004).

Figure 1. Density of some threatened farmland bird species in Hungary, and five other West European countries with more intensive agriculture. Threatened means that the species is listed in the SPEC (Species of European Conservation Concern) under unfavourable conservation status (Burfield and Bommel, 2004).



2. ábra. Egyenesszárnyúak (sáskák és szöcskék) fajszáma és egyedszáma holland, magyar és svájci gyepeken. Hollandiában a gyepek intenzíven kezeltek, jelentős a kemikália bevitel, a kártevőirtó vegyszerek használata. Hazánkban a gyepek túlnyomórészt többségén a kezelés mindössze legeltetést, illetve kaszálást jelent. Ez a különbség megmutatkozik a holland és a magyar gyepek biodiverzitásának nagyságrendbeli különbségeiben is. Svájc mind kezelési intenzitás, mint az itt bemutatott biodiverzitás tekintetében átmeneti pozícióban van.

Figure 2. Number of individuals and species of orthopterans in Dutch, Swiss and Hungarian grasslands. Dutch grasslands are intensively managed with considerable chemical and pesticide input. In Hungary, grasslands are usually grazed and/or mowed without chemical input. This difference translated into much higher grassland biodiversity in Hungary. Switzerland has an intermediate position both in management intensity, and the biodiversity presented on the figure.

A biodiverzitás jelentősége az emberiség számára

Extenzív gazdálkodás és változatos tájszerkezet fenntartása révén nem csupán a biodiverzitás növekedését érhetjük el, hanem funkcionális szinten is jelentős nyereséghez juthatunk. A természet önmaga egyensúlyának fenntartása mellett számos nélkülözhetetlen ponton járul hozzá az emberi jólét biztosításához. A természet ezen, az ember élete során közvetve vagy közvetlenül felhasznált adományait nevezzük ökoszisztéma szolgáltatásoknak (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Az élet alapinfrastruktúráját adják a fenntartó ökoszisztéma szolgáltatások, mint a talajképződés, a primer produkció, az ásványi anyagok ciklusa. Vannak köztük szabályozók, melyek a hulladéklebontás, vizek tisztulása révén egyensúlyt biztosítanak életünkben. A természetes ökoszisztémák látják el az emberiséget élelemmel, fával, biomassza energiával. Emellett pedig megkülönböztetünk kulturális ökoszisztéma szolgáltatásokat is, hiszen az ember munkája és szabadideje során sokszor időzik szívesen a parkokban, lakott településeken kívül, élvezve a természet értékeit és szépségeit. Mindezen szolgáltatások azonban elválaszthatatlanul kapcsolódnak a biológiai sokféleséghez, melynek megőrzése agrárterületeken a megfelelő és természetkimélő gazdálkodási formák alkalmazásának függvénye.

Az ökoszisztéma szolgáltatások közül különösen fontos szereppel bír a pollináció, azaz növényeink megfelelő beporzása virágzásuk során. A zárvatermő növények 60–90%-a állati beporzású, illetve még nagyobb azon fajok aránya, melyek nagyobb termést hoznak állati beporzás esetén, mely sok esetben a vad, természetes pollinátor közösségeken múlik. A legfőbb pollinátorként számon tartott méhek fajszáma és abundanciája, valamint az általuk biztosított beporzás hatékonysága a virágzó növények diverzitásával, borításával, az általuk termelt nektár és pollen mennyiségével szoros összefüggést mutat (Potts et al., 2003; Steffan-Dewenter és Tscharrntke, 2001). Tehát minden olyan környezeti hatás, mely a virágzó növényeket befolyásolja, komoly hatással lehet a méhekre is. A rovarölők alkalmazása közvetlenül is növelheti a mortalitási rátát, illetve befolyásolhatja viselkedésüket (Johansen, 1977). Ezen túl a területek intenzív műtrágyázása, vegyszerezése, valamint a táji szintű fragmentáció és a természetes, fél-természetes élőhelyek degradációja a méhek táplálékát és fészkelőhelyeit, valamint az ezek közti összeköttetést teheti tönkre, veszélyeztetve ezzel populációik fennmaradását (Steffan-Dewenter et al., 2002). Angliában és Hollandiában az intenzív termesztési technológiák a 20. század második felében már jelentős csökkenéshez vezettek méhek esetében (Biesmeyer et al., 2006). A legerősebb negatív hatás az élőhelyükben vagy tápnövényeikben specialista fajoknál volt érzékelhető. De a méhek eltűnésével a természetes vegetáció is sérült. Populációik csökkenésével párhuzamosan a méhek által beporzott vadnövénnyek is csökkenő tendenciát mutattak.

A vadnövénnyek megfelelő beporzásán és fennmaradásán túl a méhek általi pollinációnak a mezőgazdasági termelésben is nélkülözhetetlen szerepe van. Az Európában termesztett növények 84%-a legalább részben állati beporzást igényel. A Föld 200 országának globális értelemben vett 115 legfontosabb termesztett növénye közül 87 gyümölcs, zöldségféle illetve magtermő növény termelése állati beporzókon múlik (Klein et al., 2007). Habár a globális termés mennyiségét tekintve annak 35%-a köszönhető állati beporzásnak, a táplálkozás megfelelő tápanyagtartalmának, változatosságának, nélkülözhetetlen mikrotápanyagok, mint például a C-vitamin, a táplálék mennyiségének és a piaci árak stabilitásának biztosításában a pollinátorok közreműködése nélkülözhetetlen (Steffan-Dewenter et al., 2005).

A negatív környezeti hatások következményei természetesen a takarmánynövények pollinációján, termésalakulásán is nyomon követhetők. Négy kontinensen, kilenc termesztett növény pollinációját vizsgálva az intenzív mezőgazdasági termelés vadméhekre gyakorolt negatív hatását figyelték meg, csökkentve ezzel a beporzást, és veszélyeztetve végül a termelés hatékonyságát (Klein et al., 2007). Sokszor a vadméhek ökológiai, gazdasági szerepét alábecsülik a legelterjedtebb gazdaságilag használt pollinátorral, a háziméhhez szemben (*Apis mellifera*). A háziméhnek jelentős szerepe van számos monokultúra ültetvény (pl. kávé), illetve gyümölcsösök, magtermő növények beporzásában, melyek termésátlagai akár 90%-kal is csökkenhetnek hiányukban. Azonban a vadméhek egyre több helyen érzékelhető populáció csökkenése esetén a

gazdálkodók egyetlen lehetősége háziméh kaptárak fenntartása a földjeik közelében, mely azonban sokszor jelentős költségekkel jár, valamint számos növény esetében nem nyújtanak hatékony beporzást (pl. paradicsom, cseresznye, mandula, földieper) (Parker et al., 1987). Az elmúlt években egyre több országból jelentették a háziméhek tömeges pusztulását is. Az úgynevezett kolóniaösszeomlás jelenség oka még nem teljesen tisztázott, de eddigi vizsgálatok arra mutatnak, hogy kialakulásában fontos szerepet játszik egy parazita atka (*Varroa destructor*) valamint a *Nosema ceranae* mikrosporidium általi fertőzés (Chen et al., 2004), valamint a túlzott mértékű és nem megfelelő vegyszerhasználat a mezőgazdasági területeken. A háziméh kolóniák tömeges pusztulása miatt az Amerikai Egyesült Államok mandulatermelése Kaliforniában már jelentősen visszaesett, mely szituáció rámutat a csupán háziméhekre való hagyatkozás valószínűleg eredményezte kiszolgáltatott helyzetet potenciális veszélyeire. A háziméhek számának ilyen nagymértékű csökkenése mostanra ausztrál háziméh importot tett szükségessé az USA-ban.

A pollináció, mint ökoszisztéma szolgáltatás pénzben kifejezett globális értéke évente 100 milliárd € felett van (Gallai et al., 2009), és bár az összeg maga változhat a becslés módszere miatt, a nagyságrend nem változik. Például egyesek a pollináció értékét a gazdák által a méhészeknek fizetett összegben fejeznék ki, mely kultúrnövényeik beporzását biztosító méhek bérléséhez szükséges (Muth és Thurman, 1995). A vadméhek általi pollináció értéke is kiszámítható, mint a pótlásukra szükséges háziméhek tartásának költsége. Ezen, a gazdálkodók szemszögéből történő két megközelítés azonban még nem foglalja magába azon jelentős többletköltséget, melyet a fogyasztóknak kellene fizetni a pollinátorok hiánya esetén, nem beszélve a pollináció természetes vegetáció fennmaradásában és az arra épülő táplálkozási szintek rendszerében betöltött felbecsülhetetlen értékű szerepéről (Southwick és Southwick, 1992).

A pollináció mellett a természetes védekező rendszerek, így számos rovar, illetve annak lárvái fontos szerepet játszanak a biológiai védekezésben. Példaként említhetők a levéltetvek elleni védekezésben kiemelkedő szerepet játszó ragadozó katicabogár (*Coccinella sp.*), tolvajpoloska (*Nabis sp.*), vagy a parazita fülkészdarázs (*Aphidius sp.*) fajok. Megfelelő mezőgazdasági kezelés mellett, a biológiai védekezésben szerepet játszó fajok populációnak növelésével párhuzamosan jelentősen csökkenhet például a növényevő kártevők nyomása a termesztett kultúrákban, és ezáltal növelhető a termés (Cardinale et al., 2003).

Magyarországon az elmúlt ötven évben végbemenő mezőgazdasági változások, a szocializmus éveit, így például az 1960-as évek végén majd tízszeresére nőtt műtrágya felhasználás, majd a rendszerváltást követően egy ellenkező irányú, hasonló mértékű extenzifikáció az apróvad állományt is jelentős mértékben befolyásolta (Báldi és Faragó, 2007). A mezei nyúl becsült állománya 1960-ban meghaladta az 1,2 millió példányt, ez az érték mára alig több mint félmillió. A fácán természetes állománya, nem tekintve a zárt térben nevelt, majd kiengedett példányok magas számát az 1970-es években kétféleképpen is magasabb volt. Mára számukat alig 760 ezerre becsülik. Legdrasztikusabb csökkenést talán a fogoly mutat, az 1960-as elejét jellemző egymillió állománya mára csupán 32 ezret tesz ki. Ezzel szemben a nagyvadak (gím-és dámszarvas, őz, vaddisznó) állományai növekvő tendenciát mutatnak ugyanezen időszak alatt, mely jelenség azonban az erdőgazdálkodás kapcsán komoly kihívásokat teremthet. Mérlegelve a vadászat által biztosított bevételeket, a vadállomány védelme és megfelelő vadgazdálkodás komoly gazdasági érdeket jelent. A vadgazdálkodási-vadászati országos bevételek évi szinten 13–14 milliárd forintba tehető. Emellett a vadászati ágazathoz kapcsolódó szolgáltatásokból is jelentős, éves szinten 10 milliárd forinttal számolhatunk. A vadásztatáshoz kapcsolódó szolgáltatások jól harmonizálhatók a vidékfejlesztési törekvésekkel, a szállás és ellátás biztosításán keresztül a falusi- és ökoturizmussal (Fábián, 2001). Mezőgazdasági területeken tehát az apróvad vadászata egyrészt extenzív gazdálkodást igényel, mely a biodiverzitás megőrzésének záloga, másrészt bevételt generál a helyi közösségeknek, így hozzájárulhat az élhető vidék megőrzéséhez. Hasonlóan, az extenzív, „emberléptékű” gazdálkodás alapul szolgálhat a falusi turizmusnak, mely bevételt jelent a helyi közösségeknek.

Az agrár-környezetvédelmi programok jelentősége a biodiverzitás megőrzésében

A magas biodiverzitás és ezzel együtt az élhető vidék megteremtéséhez a fent bemutatott okokból és módon megfelelő terület kezelés és tájszintű heterogenitás biztosítása szükséges. Ennek megvalósítása azonban megfelelő háttér információt, megbízható tudást igényel. A '90-es években az Európai Unió akkori tagországaiban, a növekvő környezeti terhelés természetére gyakorolt negatív hatásait felismerve bevezetésre kerültek az agrár-környezetvédelmi programok. A csatlakozó gazdák extenzívebb gazdálkodási gyakorlat alkalmazása esetén kompenzációs támogatásban részesülnek, fedezve ezzel a felmerülő természetvesztéseket. Egy 2003-ban megjelent tanulmány alapján akkor 44 európai országból 26-ban már elérhetőek voltak az agrár-környezetvédelmi programok. A pályázható támogatások országoként különbözőek, de alapvetően a műtrágyák és vegyszerek korlátozását, a biodiverzitás védelmét, a táji szintű restaurációt és a vidék elnéptelenedésének megakadályozását célozzák. A kiadásokat tekintve megközelítőleg 24,3 billió eurót költöttek agrár-környezetvédelemre az EU tagországaiban 1994–2003 közti időszakban, igaz, ennek ismeretlen hányadát fordították természetvédelmi célokra. A ráfordításokkal szemben megtérülő eredményekről, azaz a programok hatékonyságáról azonban 2003-ig mindössze 62 értékelő tanulmány született, azok is csupán öt EU tagállamból és Svájc-ból (Kleijn és Sutherland, 2003). Azonban a kutatások többségében a vizsgálati elrendezés alkalmatlan volt a vizsgált hatások mérésére, és harmaduk nem tartalmazott semmilyen statisztikai kiértékelést. A vizsgálatok többsége a programban résztvevő és kontroll területeket hasonlított össze. Hatásuk tekintetében elmondható, hogy általánosságban legnagyobb eredményt az extenzív, még relatív magas biodiverzitást őrző területeken érték el, míg az intenzív régiókban nem okoztak jelentős pozitív változást. Összesítve, az esetek 54%-ban nőtt a vizsgált fajok száma, illetve az egyedszám a kontroll területekhez képest, további 17%-ban bizonyos fajok emelkedő, mások csökkenő tendenciát mutattak, míg 23%-ban nem volt különbség a támogatott és kontroll területek között. De mindezen adatok a fentebb említett vizsgálati problémák miatt csak kellő óvatossággal értékelhetők, bár az látszik, hogy a programok nem mindig bizonyultak megfelelőeknek.

A már említett EASY névvel ellátott, 2003-ban indult EU kutatási projekt ezért az agrár-környezetvédelmi programok biodiverzitásra kifejtett hatásait vizsgálta négy akkori EU tagállam, Svájc és Magyarország bevonásával. Hazánkban akkor még nem volt lehetőség támogatott területek, csupán extenzíven és intenzíven legeltetett gyepek összevetésére (Báldi et al., 2005). Edényes növények, madarak, egyenesszárnýúak, pókok és méhek mintavételén keresztül a közvetlenül agrár-környezetvédelmi programokat vizsgáló esettanulmányok mind az öt országban moderált vagy jelentős faj- és/vagy egyedszám növekedést figyeltek meg a támogatott területeken a kontroll területekhez képest, de a ritka és vöröslistas fajok csak ritkán adtak pozitív választ (Kleijn et al., 2006). Ezzel szemben azonban kevés kutatás irányul hazánkban a mezőgazdasági kezelések hatásainak vizsgálatára (Samu, 2003; Kovács-Hostyánszki et al., 2010), és a kutatásra fordítható pénzüsszegek is egyre csak csökkenek. Ugyanakkor egy 2008-ban, alacsony költségvetéssel végzett, ám a felmért taxonok tekintetében széleskörű PhD kutatás keretében, mely az agrár-környezetvédelmi sémák keretében ugaroltatott területek potenciális természetvédelmi szerepét vizsgálta, jelentős pozitív hatásokat mutatott ki. A vetett ugarok őszi gabonaföldekhez képest lényegesen gazdagabb növény, rovar és madárközösségeknek adtak otthont, néhány csoport esetében féltermészetes gyepeket is felülmúlva. A kezdeti kutatási eredmények pedig sikeresen járultak hozzá a 2009–2013 közti új agrár-környezetvédelmi ciklus tervezetének kidolgozásakor az ugaroltatás gyakorlatának további biztosításához.

Következtetések és javaslatok

Magyarország mezőgazdasági területeinek élővilága európai viszonylatban még gazdagnak tekinthető. E gazdagság megőrzése agrár-környezetvédelmi programok révén talán lehetséges volna, mégpedig viszonylag könnyen, hiszen meglévő értékek megőrzése a cél, és nem elszegényedett agrárterületek biodiverzitásának helyreállítása, mint a legtöbb nyugat-európai országban. Ezt egy

rangos folyóiratban megjelent cikkben a nemzetközi szerzőgárda is leszögezte: „A természetvédelmi beavatkozások akkor a leg(költség)hatékonyabbak, ha alacsony intenzitással kezelt mezőgazdasági területeken valósulnak meg, ahol még jelentős a biológiai sokféleség” (Kleijn et al., 2009). Nemzetközi szinten tehát a magyar, és más közép-európai államok számára biztosítandó jelentős agrár-környezetvédelmi támogatás elérése fontos feladat. Országon belül a rendelkezésre álló agrár-környezetvédelmi támogatások hatékony felhasználását megfelelő alkalmazott és célzott kutatások végzésével, egy tudás-alap megteremtésével szükséges biztosítani.

Irodalom

- Báldi A., Batáry P., Erdős S. 2005: Effects of grazing intensity on bird assemblages and populations of Hungarian grasslands. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 108: 251–263.
- Báldi A., Faragó S. 2007: Long-term changes of farmland game populations in a post-socialist country (Hungary). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 118: 307–311.
- Batáry P., Báldi A., Sárospataki M., Kohler, F., Verhulst, J., Knop, E., Herzog, F., Kleijn, D. 2010: Effect of conservation management on bees and insect-pollinated grassland plant communities in three European countries. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 136: 35–39.
- Biesmeijer, J. C., Roberts, S. P. M., Reemer, M., Ohlemueller, R., Edwards, M., Peeters, T., Schaffers, A. P., Potts, S. G., Kleukers, R., Thomas, C. D., Settele, J., Kunin, W. E. 2006: Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313: 351–354.
- Burfield, I., van Bommel, F., eds. 2004: *Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status*. BirdLife International, Cambridge, U.K.
- Cardinale, B. J., Harvey, C. T., Gross, K., Ives, A. R. 2003: Biodiversity and biocontrol: emergent impacts of a multi-enemy assemblage on pest suppression and crop yield in an agroecosystem. *Ecology Letters*, 6: 857–865.
- Carson, R. 2007: Néma tavasz. Katalizátor Kiadó, Budapest.
- Chen, Y., Pettis, J. S., Evans, J. D., Kramer, M., Feldlaufer, M. F. 2004: Transmission of Kashmir bee virus by the ectoparasitic mite *Varroa destructor*. *Apidologie*, 35: 441–448.
- Fábián Gy. 2001: Vadászat és vadgazdálkodás marketingje. In: Agrármarketing-fórum. Budapest: AMC Agrármarketing Centrum. p. 51–58.
- Gallai, N., Salles, J.-M., Settele, J., Vaissiére, B. E. 2009: Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, 68: 810–821.
- Gregory, R. D., van Strien, A., Vorisek, P., Meyling, A. W. G., Noble, D. G., Foppen, P. B., Gibbons, D. W. 2005: Developing indicators for European birds. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 360: 269–288.
- Johansen, C. A. 1977: Pesticides and pollinators. *Annual Review of Entomology*, 22: 177–192.
- Kleijn, D., Sutherland, W. J. 2003: How effective are European agri-environment schemes in conserving and promoting biodiversity? *Journal of Applied Ecology*, 40: 947–969.
- Kleijn, D., Baquero, R. A., Clough, Y., Diaz, M., De Esteban, J., Fernandez, F., D. Gabriel, Herzog, F., Holzschuh, A., Jöhl, R., Knop, E., Kruess, A., Marshall, E. J. P., Steffan-Dewenter, I., Tschamntke, T., Verhulst, J., West, T. M., Yela, J. L. 2006: Mixed biodiversity benefits of agri-environment schemes in five European countries. *Ecology Letters*, 9: 243–254.
- Kleijn, D., Kohler, F., Báldi, A., Batáry, P., Concepción, E. D., Clough, Y., Díaz, M., Gabriel, D., Holzschuh, A., Knop, E., Kovács, A., Marshall, E. J. P., Tschamntke, T., Verhulst, J. 2009: On the relationship between farmland biodiversity and land-use intensity in Europe. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 276: 903–909.
- Klein, A. M., Vaissiére, B., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., Tschamntke, T. 2007: Importance of crop pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274: 303–313.

- Kovács-Hostyánszki A., Batáry P., Báldi A., in press. Local and landscape effects on bee communities of Hungarian winter cereal fields. *Agriculture and Forest Entomology*, DOI: 10.1111/j.1461-9563.2010.00498.x
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Muth, M. K., Thurman, W. N. 1995: Why support the price of honey. *Choices*, 10: 19–23.
- Parker, F. D., Batra, S. W. T., Tependino, V. J. 1987: New pollinators for our crops. *Agricultural Zoology Reviews*, 2: 279–304.
- Samu, F. 2003: Can field-scale habitat diversification enhance the biocontrol potential of spiders? *Pest Management Science*, 59: 437–442.
- Steffan-Dewenter, I., Tscharnkte, T. 2001: Succession of bee communities on fallows. *Ecography*, 24: 83–93.
- Steffan-Dewenter, I., Munzenberg, U., Burger, C., Thies, C., Tscharnkte, T. 2002: Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds. *Ecology*, 83: 1421–1432.
- Steffan-Dewenter, I., Potts, S. G., Packer, L. 2005: Pollinator diversity and crop pollination services are at risk. *Trends in Ecology and Evolution*, 20: 1–2.
- Potts, S. G., Vulliamy, B., Dafni, A., Ne'eman, G., Willmer, P. G. 2003: Linking bees and flowers: how do floral communities structure pollinator communities? *Ecology*, 84: 2628–2642.
- Southwick, E. E., Southwick, L. Jr 1992: Estimating the economic value of honey bees (Hymenoptera: Apidae) as agri-cultural pollinators in the United States. *Journal of Economic Entomology*, 85: 621–633.
- Szép T., Nagy K. 2006. Magyarország természeti állapota az EU csatlakozáskor az MME Mindennapi Madaraink Monitoringja (MMM) 1999–2005 adatai alapján. *Természetvédelmi Közlemények*, 12: 5–16.

Abstract

THE ROLE OF BIOLOGICAL DIVERSITY IN THE MAINTENANCE OF LIVEABLE COUNTRYSIDE

ANDRÁS BÁLDI ¹ and ANIKÓ KOVÁCS-HOSTYÁNSZKI ²

¹ Animal Ecology Research Group, HAS, Hungarian Natural History Museum
H-1088 Budapest, Baross u. 13., Hungary, e-mail: baldi@nhmus.hu

² Szent István University, PhD School of Environmental Sciences
H-2103, Gödöllő, Páter K. u. 1., Hungary, e-mail: kovacsanko@yahoo.co.uk

We argue that liveable countryside means rural people and the diversity of life. Intensive agriculture, the application of large quantity of chemicals makes countryside unliveable, and declines biological diversity. Hungarian countryside is rich in biodiversity in a European context, for example, farmlands birds declining in most West European countries have stable populations in Hungary, there are an order of magnitude larger number of species of bees and other insects on Hungarian grasslands than in Western grasslands, etc. The value of high biodiversity is crucial, as it provides the basis for ecosystem services, for example for the primary production, pollination, biological control, the development of soil, air and water purification. It is hard to assess the value of ecosystem services, although an example is the global value of pollination per year, which is assessed to 100 billion €. Theoretically, agri-environmental schemes are proper tools for the conservation of liveable countryside, however, examples from West European countries showed that these had mixed effects on biodiversity. We have to understand the farmland management and landscape effects on biodiversity and to create evidence base for successful implementation of

schemes. Missing evidence may result in failure of schemes. Hungary should be responsible within the EU for the conservation of high farmland biodiversity. Paper from the Proceedings of the Royal Society concluded that it is more efficient to maintain farmland biodiversity where it is still high (like in Hungary), than to restore habitats and species in countries with impoverished intensive farmlands.

Szekció előadások

Talajerő-gazdálkodás szekció

A NITRÁT DIREKTÍVA (91/676/EEC) ÉS AZ EU 27 ORSZÁGOK NP FORGALMÁNAK A FENNTARTHATÓ NP TRÁGYÁZÁS ALAPELVEI ALAPJÁN TÖRTÉNŐ ÉRTÉKELÉSE: EGY EGYEDÜLÁLLÓ LEHETŐSÉG HAZÁNK VIDÉKFEJLESZTÉSI POZÍCIÓINAK MEGHATÁROZÓ MÉRTÉKŰ JAVÍTÁSÁRA

CSATHÓ PÉTER

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet
1022-Budapest, Herman O. út 15., e-mail: csatho@rissac.hu

Mottó: „Az Úr é a föld s annak teljessége; a föld kereksege s annak lakosai” (Zsoltárok 24:1)

Összefoglalás

Magyarország 6. éve az Európai Unió tagja, de immáron 25 éve, hogy elkezdte állatállományának 50%-át feláldozni az EU csatlakozás oltárán. Idén 19. éve, hogy megszületett az EU országok felszíni és felszín alatti vizeinek védelmét célzó Nitrát Direktíva. Szükséges tehát számot vetnünk az elmúlt évek történéseiről: mi is történt az EU mára 27 tagországgá bővült közösségében a növénytaplálás, annak környezeti vonatkozásai terén az elmúlt 19 évben, mennyiben teljesültek ennek a fontos agrár-környezeti szabályozónak a célkitűzései? Az értékelésben a korábbi EU15 (EU15) és a 2004-ben, illetve 2007-ben csatlakozott 12 új EU12 (NEU12) ország nitrogén- (N) és foszfor- (P) mérlegének, illetve a talajvíz nitrát N-tartalmának, valamint a talajok P-ellátottságának elmúlt 15 évi változásai, azok összehasonlítása sietnek segítségünkre. A Webster (1961) értelmző szótára szerint az “Unió” az alábbiak szerint definiálható: “Egy egymásnak megfelelő, kiegyensúlyozott egészbe/egységbe rendezés”. A dolgozat célja annak meghatározása, hogy az EU 27 országok NP-táplálási gyakorlata megfelel-e az „Unió” fenti leírásának, avagy nem. A válasz lesújtó és sokkoló: ahelyett, hogy az EU 27 országokban a mezőgazdaság NP-mérlegei, a talajvíz nitrátszennyezettsége, illetve foszforellátottsága területén az elmúlt 15 évben egyfajta kiegyenlítődés történt volna az EU nyugati és keleti fele között, ezzel ellenkezőleg, ez alatt az időszak alatt további, felgyorsult polarizáció ment végbe, melynek következményei: 1) Súlyos környezeti fenyegetés néhány nyugat-európai EU országban, különösen is Hollandiában és Belgiumban, részben Dániában és Németországban, valamint Franciaország (Bretagne-félsziget) és Olaszország (Pó völgye) egyes régióiban. 2) Súlyos agronómiai, szociális és vidékfejlesztési problémák az újonnan csatlakozott közép-kelet-európai EU országokban. A Nitrát Direktíva teljesen hatástalannak bizonyult ezen kedvezőtlen tendenciák megállításában, és helyes irányba fordításában. A szerzőnek úgy tűnik, hogy Magyarországon (és valószínűleg az EU-ban is) az állatok jogvédelme sokkal körültekintőbben megoldott, mint az ember, az élehető vidék követelményrendszerének az EU és hazai jogszabályokban rögzített, és be is tartatott biztosítása. Az 1998. évi XXVIII., az állatok védelméről és kíméletéről szóló törvény előírja, hogy az állatokkal a jó gazda gondosságával kell bánni. Ezt a mentalitást, az állatok érdekében bevezetett etikai minimumszintet szükségesnek tűnik az Európai Unió és Magyarország összes, humán vonatkozású, az emberre – az ateista evolucionista tan szerinti megfogalmazás szerint –, mint az evolúciós sor csúcsragadozó állatára vonatkozó törvényekre is kiterjeszteni: Amennyiben a teremtés tan szerinti megfogalmazást tekintjük mérvadónak (a legújabb tudományos kutatás a teremtést tudományosan sokkal megalapozottabbnak valószínűsíti, mint az ateista evolucionizmust (Lennox, 2007; 2008)), az emberre, mint a teremtés koronájára, szükséges az Európai Unió és Magyarország összes, humán vonatkozású törvényében a keresztény etika normáját mielőbb bevezetni. Dolgozatunkban is, a fentieknek megfelelően, az agrár-környezetvédelmi, agronómiai, a szociális és vidékfejlesztési problémák EGYÜTTES orvoslása szükséges voltára helyezzük a hangsúlyt. Megítélésünk szerint, és ez szerző tiszteletteljes javaslata is, indokoltnak látszik a jövőben az Élhető Vidékért Konferenciákon az agronómiai, környezetvédelmi témájú szekciók mellett a szociális, vidékfejlesztési (szociológiai?) szekciókat is szerepeltetni. Amely jövőbeni konferenciákra talán –

biztos, ami biztos –, érdemes lenne a pótkereket is meghívni. A szerző véleménye szerint tehát, azonnali paradigmaváltásra van szükség az EU agrár-környezetvédelmi jogi szabályozásban. Ahelyett, hogy csupán beszélnénk róla, a pénzügyi érdekek érvényesítése helyett, az EU nyugati felében a diffúz NP-terhelést megállító agrár-környezetvédelmi szabályozást kell érvényesíteni, az EU keleti fele agronómiai, szociális és vidékfejlesztési pozícióinak egyidejű erősítésével, javításával. Önvédelmi okokból, mindenképpen indokolt a közép-kelet európai EU országokban a külföldiek föld- és egyéb agráringatlan vásárlási moratóriumát addig hatályban/érvényben tartani, amíg, az EU nyugati felében a diffúz NP-terhelést megállító agrár-környezetvédelmi szabályozás érvényesítésre nem kerül, az EU keleti fele agronómiai, szociális és vidékfejlesztési pozícióinak egyidejű erősítésével, javításával, úgy, hogy a változások egyértelmű haszonélvezői a helyi gazdaközösségek, a vidék legyenek. Annak érdekében, hogy ez minél hatékonyabban megtörténhessen, létfontosságú, hogy a közép-kelet-európai EU országok koordináltan, egységesen lépjenek fel az EU nyugat-európai túlsúlyú vezetése felé túlélési esélyeik érvényesítése, a vidék élhetőségének biztosítása, javítása érdekében. Mindezekon túl, a hazai és a nemzetközi jog adta jelenlegi keretek között, mindent meg kell tenni a hazai vidék túléléséért, a hazai vidék élhetőségi feltételeinek megteremtéséért, javításáért.

Kulcsszavak: Az EU27 országok NP forgalma; a Nitrát Direktíva abszolút hatástalan volta, totális kudarca; a piaci liberalizáció következménye: erősödő polarizáció, az extremitások térnyerése az EU27-en belül; paradigmaváltás, az EU nyugati részének környezetvédelmi, közép-keleti részének agronómiai, szociális, és vidékfejlesztési problémáinak együttes orvoslása

Bevezetés

A napokban elgondolkoztam rajta, hogy milyen sok oka lehet annak, hogy egy ember drótszamárra, velocipédre, mai nevén biciklire, avagy kerékpárra pattan. Például, mert gazdaságos. Fenntartási költségei nem függenek az üzemanyag árváltozásoktól. vagy, mert egészséges. Minden izmodat megmozgatja. vagy, mert környezetkímélő. Nem bocsát ki a környezetében az üvegházhatást, és ezen keresztül, a Földünk globális felmelegedését erősítő anyagcsere termékeket (maximum biogázt egy-egy keményebb kaptatón, de ez nem szignifikáns). Van egy negyedik szempont is (három a magyar igazság, egy a ráadás), magamat ebbe a csoportba sorolom: mindig, amikor kerékpárra pattanok, azonnal egy jóleső érzés tölt el: most momentán tutira kivan a négy kerekem...

Bár a szerző nem rendelkezik mélyreható műszaki ismeretekkel, feltételezi, hogy ahhoz, hogy egy autó mozogni tudjon, a négy keréken, a kasznin, a motoron és a sebességváltó blokkon, a főtengelyen és a differenciálművön stb. túl, kuplungtárcsára és hát kormánykerékre is szükség van. Tekintsük most az élhető vidéket egy személyautónak. És nézzük meg együtt működési elvét.

Képletesen szólva, a motor alatt akár környezetkímélő növénytáplálás alapjait is érthetjük, ennyire lehetünk önzőek, és ennyire értékelhetjük azt, amit szeretünk, amire egy bizonyos fokig, az életünket is feltettük (ez tisztán természettudomány); a sebességváltó blokk, a főtengely, és a differenciálmű a vidék élhetési, életminősége javításának feltételeit értékelő tudományterületeket jelképezheti: a közgazdaságtani, vidékfejlesztési, faluszociológiai stb. tudományágakat (ez tisztán társadalomtudomány).

És hát, azt azért ne felejtjük el, hogy ahhoz, hogy a motor az ő erejét a sebességváltó blokkon, a főtengelyen, a differenciálművön keresztül, a kerekéig kifejtse – mi is ez a négy kerék? 1) az agronómia, 2) az agrár-környezetvédelem, 3) a szociális, gazdasági kérdések és 4) a vidékfejlesztés. Persze, pótkerékre is szükség van. Legyen ez: 5) az egyház. Oda úgy is általában csak akkor fordulunk, ha durrdefektünk van – nos, ahhoz hogy jól futhasson a falu szekere, elengedhetetlenül szükséges egy másik, igen leleményes szerkezetre: a kuplungtárcsára, amely a két egységet összeköti (ez a vidék élhetőségét, a közjó prioritását biztosító jogi szabályozás, amely az élhető vidék összes fontos elemét egymással is harmonizálja).

A motor ereje tehát, a sebességváltó blokkon, a főtengelyen, a differenciálművön keresztül, a kerekekig *csupán a kuplungtárcsán keresztül* érvényesülhet. Ha nincs kuplungtárcsa, beülhetek én a kocsiba, ráadhatom a gyújtást, nyomhatom csutkára a gázpedált, bömbölhet a motor, de az autó egy millimétert sem fog mozdulni. Csak egy dolog lesz bizonyos: hogy nekem, aki ezt csinálom, nincs ki a négy kerekem. Ahogy életem legutolsó öt évére visszatekintek – utólag mindig okosabb az ember – sokszor meg is történt, Főnökeim, Kollegáim a tanúim.

És persze, az sem mindegy, hogy ki ül a kormánynál, és merre kormányozza a vidék élhetőségét segítő, lehetővé tevő autót. Meg hát, benzinre, gázolajra is szükség van, hogy menjen az a kocsi (az élhető vidék megteremtésének finansziális feltételei).

Elkerülhetetlenül fel kell tennünk a kérdést: az élhető vidék biztosítása ügyében kivan-e az EU négy kereke: 1) az agronómia oldaláról, 2) az agrár-környezetvédelem oldaláról, 3) a szociális, és az azt megalapozó gazdasági kérdések oldaláról és 4) a vidékfejlesztés oldaláról? A pótkerekről nem is beszélve. Persze, egy hosszú útra pótkerek nélkül elindulni, nos, lehetséges, de egyben kockázatos is. És hát elkerülhetetlenül fel kell tennünk a másik kérdést is: kivan-e az EU azon vezetőinek, akik az EU-nak az élhető vidék feltételeit biztosító jogok megalkotásáért, azok bevezetéséért és betartatásáért felelősök, nos, kivan-e az ő négy kerekük: 1) az agronómiai, 2) az agrár-környezetvédelmi, 3) a szociális, gazdasági kérdésbeli és 4) a vidékfejlesztési kereke. Ők az ötödik kereket, a pótkereket, az egyházat, a keresztény hit gyakorlását vagy nem gyakorlását magánügynek tartják. Szerző meg az ateista evolucionizmus hite gyakorlását vagy nem gyakorlását tartja annak. Fifty-fifty, nem? Az ő logikájuk szerint, amit ők magánügynek tartanak, az az. Szerző szerint tehát, ugyan eszerint a logika szerint azt, hogy valaki az ateista evolucionizmus hitét gyakorolja, avagy nem gyakorolja, az is magánügy. Szerző csak azt nem érti, hogyha ez egy magánügy, akkor a biológia órákon, kizárólagossági alapon, miért egy magánüggyel, miért ezzel – a szerző véleménye szerint maszlaggal – tömök a felcseperedő/felcserepedő ifjúság fejét, és az esélyegyenlőség jegyében, a tolerancia korában a magánügyek helyett miért nem a közügyekkel foglalkoznak: miért nem tanítják közoktatási intézményeinkben párhuzamosan a teremtéstant is? Bármennyire meglepő ugyanis, de a legújabb tudományos kutatás a teremtéstant tudományosan sokkal megalapozottabbnak valószínűsíti, mint az ateista evolucionizmust (Lennox, 2007, 2008). Nos, erről ennyit. Az EU és az EU vezetők négy kerekére vonatkozó kérdéseknek a megválaszolása, természetesen, nem a szerző feladata.

Dolgozatunkban is, a fentieknek megfelelően, az *agrár-környezetvédelmi, agronómiai, a szociális és vidékfejlesztési problémák EGYÜTTES orvoslása szükséges voltára helyezzük a hangsúlyt*. Megítélésünk szerint, és ez szerző tiszteletteljes javaslata is, indokoltnak látszik *a jövőben az Élhető Vidékért Konferenciákon az agronómiai, környezetvédelmi témájú szekciók mellett a szociális, vidékfejlesztési (szociológiai?) szekciókat is szerepeltetni*. Amely jövőbeni konferenciákra talán – biztos, ami biztos – érdemes lenne a *pótkereket* is meghívni.

Hát akkor, lássuk a motort. Mint jól tudjuk, minden autónak időnként műszaki vizsgára kell mennie, ahol autónknak egy, a fenntartható közlekedési rendszert megalapozó és biztosítható, vezetésbiztonsági, de környezetvédelmi követelményrendszernek is meg kell felelnie. Ha nem megy át a műszaki vizsgán, nem közlekedhet tovább az utakon, hisz aki egy ilyen kocsiban ülne, önmagát, a forgalomban részt vevő társait és a környezetet is veszélyeztetné.

Nos, akkor lássuk, hogy milyen állapotban is van az EU, az élhető vidék fenntartásáért felelős autójának a motorja, a potenciálisan környezeti veszélyt okozható nitrogén (Németh, 1996), és foszfor (Kamprath és Watson, 1980) forgalma, a talajvíz nitrátszennyezettségével, illetve a talaj foszforellátottságával való összefüggésében. Lássuk tehát a motordiagnosztikát!

Az európai kutatási és technológiai együttműködés keretében Magyarország is részt vett, illetve részt vesz az 1997 és 2003 közötti időszakra meghirdetett „A mezőgazdasági termelés hozzájárulásának becslése az eutrofizáció előidézésében” (Quantifying the agricultural contribution to eutrophication) elnevezésű COST 832, valamint a 2006 őszén indult „A felszíni és felszín alatti vizekbe jutó tápelemmennyiségek csökkentésének lehetőségei” (Mitigation options for nutrient reduction in surface water and groundwaters) című COST 869 programban. A programban való részvétel révén tovább bővílhettek az Európai Unióban az agrár eredetű foszforterhelés

problémájáról szerzett ismereteink, valamint vezető nyugat-európai kutatókkal jövőbeni tudományos együttműködések lehetősége fogalmazódott meg, közös publikáció jelent meg (Tunney et al., 2003).

A COST programban való részvételnek köszönhető az is, hogy e vitacikk szerzői „OECD environmental surface NP balances for Hungary, 1901–2000” című előadásukkal szerepelhettek a többek között Svájc kormánya, valamint a Nemzetközi Talajtani Unió (IUSS) által 2005 márciusában Tiranában szervezett „Element balances as a tool for sustainable land management” című nemzetközi tudományos konferencián (Csathó és Radimszky, 2005a). A konferencia fő célkitűzése „A fenntartható talajhasználat ügyéért felelőséget érző talajtanos, agronómus, és erdőmérnökök szakemberek, valamint a döntéshozók számára fórum biztosítása, melynek során együtt értékelhetik, hogy a tápelemmérleg számítások hogyan segíthetik a környezeti problémák korai felismerését, és milyen eljárások dolgozhatók ki ezen problémák orvoslására” volt (www.elementbalances05.org). A szervezők kérésére a konferencia 1. és 2. munkacsoportja a gazdálkodók és a politikusok felé megfogalmazott ajánlásainak elkészítésében e cikk szerzője is részt vett (Sims et al., 2005). Szintén ezen a konferencián kapta e vitacikk szerzője azt a megítéslő felkérést, hogy a közép-kelet-európai országok talajainak NP-mérlegeiről, valamint e talajok P-ellátottságáról az érintett országok szakembereivel együtt tanulmányt készítsen. E tanulmány részben egy nemzetközi folyóiratban is megjelent (Csathó et al., 2007). A nyugat-európai országok vonatkozásában ezt az értékelést Steén (1997), Johnston (1997) adataira támaszkodva korábban már elvégezte.

Ennek a tanulmánynak az a célja, hogy értékelje azokat a tényezőket, amelyek a területegységre jutó szerves- és műtrágya NP használat intenzitását leginkább befolyásolják. Célul tűztük ki a nyugat európai és az új EU tag közép és kelet európai országok NP mérlegeinek bemutatását, az OECD módszertan segítségével (OECD, 2001; 2008). A vitacikkben a nyugat- és a kelet-európai országok nitrogén, foszfor mérlegeit, és talaj NP ellátottságait egymással is összehasonlítjuk. Ajánlásokat fogalmazunk meg az EU agrár-környezetvédelmi szabályozásának további javítására is.

Magyarország 6. éve az Európai Unió tagja, de immáron 25 éve, hogy elkezdte állatállományának 50%-át feláldozni az EU csatlakozás oltárán. Idén 19. éve, hogy megszületett az EU országok felszíni és felszín alatti vizeinek védelmét célzó Nitrát Direktíva. Szükséges tehát számot vetnünk az elmúlt évek történéseiről: mi is történt az EU mára 27 tagországgá bővült közösségében a növénytáplálás, annak környezeti vonatkozásai terén az elmúlt 19 évben, mennyiben teljesültek ennek a fontos agrár-környezeti szabályozónak a célkitűzései? Az értékelésben a korábbi EU15 (EU15) és a 2004-ben, illetve 2007-ben csatlakozott 12 új EU12 (NEU12) ország nitrogén- (N) és foszfor- (P) mérlegének, illetve a talajvíz nitrát N-tartalmának, valamint a talajok P-ellátottságának elmúlt 15 évi változásai, azok összehasonlítása sietnek segítségünkre.

Anyag és módszer

A tápelemmérlegek, különösen az NP-mérlegek, fontos környezeti indikátorok. Ezeknek a mérlegszámítási módszereknek a megközelítései jelentősen különbözhetnek, ezért ezeknek az adatoknak az összehasonlítása csak bizonyos korlátokkal lehetséges.

Felismerve fontosságukat, az OECD országoknak évente becsülniük kell a mezőgazdaságuk környezetvédelmi megközelítésű NP-mérlegüket. Ennek az OECD módszernek az előnye, hogy ezek az országok azonos módszertannal készítik el NP-mérlegüket. Ennek következtében ezen országok NP-mérleg egyenlegei egymással összehasonlíthatók. Az OECD módszertan hazai adaptációjának részletes bemutatása Csathó és Radimszky (2005b) és Kovács és Csathó (2005) munkáiból követhető nyomon.

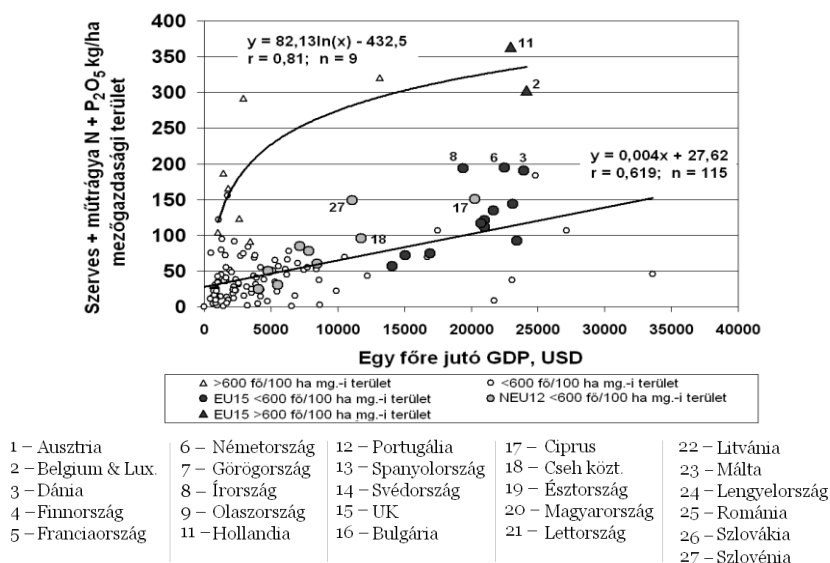
Eredmények

Idén 19 éve, hogy megszületett az EU országok felszíni és felszín alatti vizei védelmének biztosítását célzó Nitrát Direktíva. Szükséges tehát számot vetnünk az elmúlt évek történéseiről: mi is történt az EU mára 27 tagországgá bővült közösségében a növénytaplálás, annak környezeti vonatkozásai terén az elmúlt időszakban, mennyiben teljesültek ennek a fontos agrár-környezeti szabályozónak a célkitűzései? Az értékelésben a korábbi EU15 (EU15) és az új EU12 (NEU10) országok nitrogén- (N) és foszfor- (P) mérlegének, illetve a talajok P-ellátottságának elmúlt 15 évi változásai, azok összehasonlítása sietnek segítségünkre.

Előadásom szakmai részében jól tetten érhetők a Karácsony Sándor református pedagógus és filozófus „A magyar észjárás” (1985; 2009) című könyvében leírtak. A könyv szerzőjének egyik alapvető felismerése, hogy az indogermán észjárástól eltérően, ahol a konkrétól haladnak az általános felé, a magyar épp ellenkezőleg, az általánostól a konkrét felé haladva közelít a problémához. Jól tetten érhető ez pl. a nevünkben. Nálunk a családnév, náluk a személynév van elől. Vagy a postai levelezésünkben. Náluk a házszám, nálunk a város van elől. Nos tehát, lássuk a medvét!

Az értékelésbe világ összes országát bevontuk, ahol a mezőgazdasági terület meghaladja a 100 ezer hektárt. 129 ilyen országot találtunk. Ennek értelmében, a magyar észjárásnak megfelelően, az általánosból kiindulva, abba helyezve, kerestük két konkrét csoport, az EU15 országok (az EU „napfényes” oldalán élők), valamint az újonnan csatlakozott NEU12 országok (az EU „árnyékos” oldalán élők) helyét a világban, és majdan az Európai Unión belül.

Értékelésünkben két növényi makrotápelemet, a nitrogént és a foszfort vontuk be (**1. ábra**).



1. ábra Az egy főre jutó nemzeti jövedelem, valamint a szerves plusz műtrágya NP használat közötti összefüggés a népsűrűség függvényében a világ országaiban, az EU15 és az új EU12 (NEU12) országokban 2000-ben (Csathó és Radimsky, 2007; 2009)

Figure 1. Correlation between the national per capita income and the application of organic and mineral fertiliser NP in the countries of the world, in the EU15 countries as well as in the new EU12 (NEU12) countries, as a function of population density in 2000 (Csathó and Radimsky, 2007; 2009)

Két tápelem van, amely potenciális veszélyt jelenthet környezetünkre:

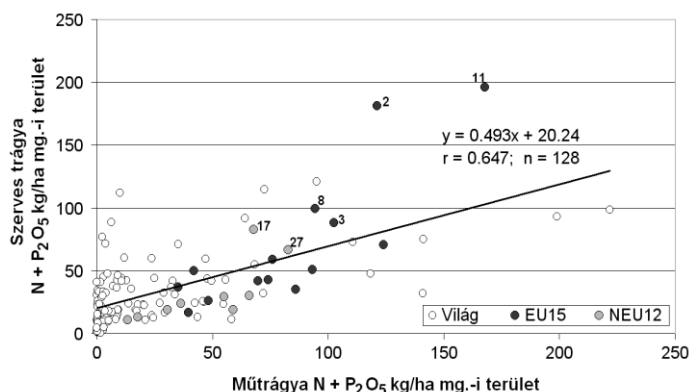
1. az agrónómiailag indokolt mennyiséget rendszeresen meghaladó, avagy rendszeresen messze meghaladó mozgékony nitrogén, amely lemosódással a felszín alatti vizeinket és végső soron, ivóvíz bázisunkat veszélyezteti (Németh, 1996),

2. az agrónómiailag indokolt mennyiséget rendszeresen meghaladó, avagy rendszeresen messze meghaladó, a szántott rétegben való megkötődésre hajlamos foszfor viszont a felszíni elfolyással, valamint az erózióval felszíni vizeinkbe jutva azok eutrofizációját eredményezheti (Kamprath és Watson, 1980).

1) Megállapítottuk, hogy az EU27 országokban a 1 hektár mezőgazdasági területre jutó szerves trágyával, illetve műtrágyával kiadott N és P₂O₅ nem az agrónómiailag indokolt mennyiségben, a tervezett termésszint, a talaj tápelem-ellátottsága és a módosító tényezők figyelembe vételével került megállapításra, hanem az egy főre jutó GDP, valamint a népsűrűség függvényében.

A nitrogén és a foszfort azért értékelhettük összevontan, mivel a kijuttatott N és P mennyiségek között szoros pozitív lineáris összefüggés volt (Csathó és Radimsky, 2007; 2009) (**1. ábra**).

2) Megállapítottuk, hogy a szerves-, valamint a műtrágyával kijuttatott NP mennyisége egyenes arányban nőtt az EU 27 országokban. Holott, minél több NP-t juttatunk ki szerves trágyával a területre, arányosan annál kevesebb műtrágya NP-re lenne szükség. Tehát az EU 27 országokban ez pontosan fordítva történik, mint ahogy az agrónómiai és környezetvédelmi oldalról indokolt lenne (Csathó és Radimsky, 2007, 2009) (**2. ábra**).



2. ábra A műtrágyával kiadott NP és a szerves trágyával termelt NP mennyiségek közti összefüggés a világ országaiban 2000-ben (a számok az 1. ábránál ismertetett EU27 országokat reprezentálják) (Csathó és Radimsky, 2007; 2009)

Figure 2. Correlation between the NP quantities applied as mineral fertiliser and produced as farmyard manure in the countries of the world in 2000. (Numbers 1-27: see text in Figure 1) (Csathó and Radimsky, 2007; 2009)

3) A trágyázási szaktanácsadási rendszerek alapvető, közös vonása (kellene, hogy legyen), hogy az adott tápelemmel gyengén ellátott területen a növény által kivont mennyiséget jóval meghaladó, közepesen ellátottnál azt kevésbé meghaladó, jó ellátottságon azzal azonos, avagy annál kevesebb, igen jó ellátottságon annál kevesebb, vagy zéró, túlzott ellátottságon zéró (N)PK tápelem mennyiségeket javasolnak kijuttatni termesztett növényeink alá (Csathó et al., 1998; Tunney et al., 1997; 2003; Vetter and Fruchtenicht, 1974) (**3. ábra**).

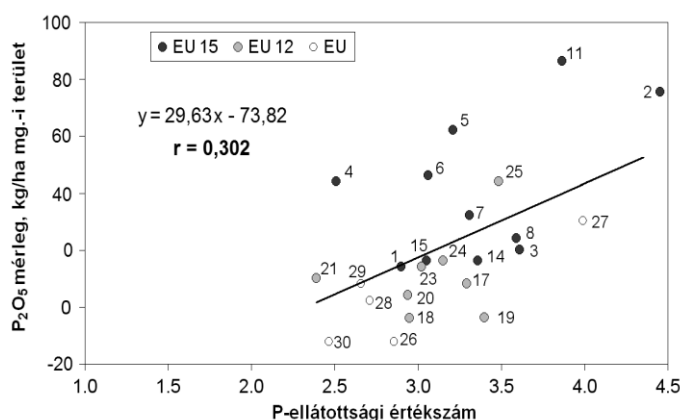
Ezt a logikát elfogadva, a 90-es évek elején foszforral sokkal jobban ellátott talajokkal bíró, dupla akkora szerves trágya adagokat kijuttató nyugat-európai EU25 országokban jóval kisebb (N)P mennyiségek kiadása, és ennek eredményeképpen sokkal alacsonyabb (N)P-mérleg egyenlegek az indokoltak, és agrónómiai, környezetvédelmi oldalról elfogadhatók, mint a 90-es évek elején jóval gyengébb P-ellátottságú közép-kelet-európai országokban.

P-ellátottsági szint felvett P aránya	Adott P és változási iránya	P-ellátottság
E: Igen jó, Túlzott	0	
D: Jó	0.5	
C: Közepes	1.0	
B: Gyenge	1.5	
A: Igen gyenge	2.0	

3. ábra Foszfortrágyázási szaktanácsadás alapelve szántóföldi növényekre Németországban (Vetter and Fruchtenicht 1974), cit: Tunney et al. (2003)

Figure 3. Phosphorus fertiliser recommendation for fields in Germany based on soil fertility class soil test phosphorus (STP) based on Vetter and Fruchtenicht (1974), cit: Tunney et al. (2003).

Lássuk tehát, hogy szakmailag egyedül helyes elmélettel szemben mi a valóság. Erről a **4. ábra**, a 90-es évek elején a talajok P státuszát jelző P-ellátottsági értékszám és a P-mérlegek közötti összefüggés leírásával tájékoztat bennünket.



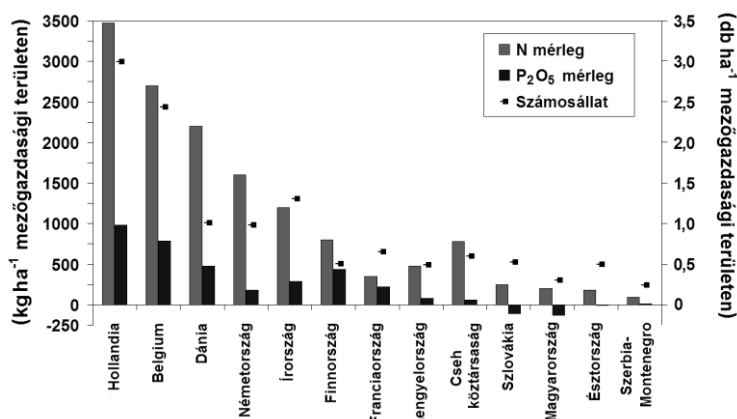
4. ábra A P-ellátottsági értékszám és a P-mérleg közötti összefüggés az európai országokban a 90-es évek elején (1-27: a számok az első ábránál ismertetett EU27 országokat reprezentálják, 28: Norvégia; 29: Szerbia és Montenegró; 30: Ukrajna) (Csathó és Radimsky, 2007; 2009)

Figure 4. Correlation between the soil P supply index and the P balance in the countries of Europe in the early 1990s (Numbers 1-27: see text at Figure 1; 28: Norway; 29: Serbia and Montenegro; 30: Ukraine) (Csathó and Radimsky, 2007; 2009)

A P-ellátottsági értékszámot a következők szerint állapítottuk meg: a foszforral igen gyengén ellátott területen 1-es értékszorzót, a gyengén ellátottn 2-es, a közepesen ellátottn 3-as, a jól ellátottn 4-es, és az igen jól ellátottn 5-ös értékszorzót, faktort alkalmaztunk. Az adott P-ellátottságok értékszorzóit megszoroztuk az adott ellátottság előfordulási %-ával (10%-os előfordulásnál tehát 0,1-gyel, 20%-osnál 0,2-vel stb.). Ezeket a szorzatokat összeadva kaptuk meg egyetlen szám formájában a P-ellátottsági értékszámot. Ha az adott ország területe tehát 100%-ban

foszforral igen gyengén ellátott lenne, az ország P-ellátottsági értékszáma 1,0 lenne. A másik szélsőség, 100%-ban foszforral igen jól ellátott terület esetén P-ellátottsági értékszám 5,0 lenne. Természetesen indokolt lenne a túlzott P-ellátottság kategóriájának bevezetése is, 6-os értékszorzóval. Erre azonban még nincsenek adataink. Az agronómiailag és környezetvédelmi szempontból is indokolt, egyedül helyes gyakorlat esetében a **3. ábrán** egy negatív összefüggést, a javuló P-ellátottsággal egyre kisebb, egyre negatívabb P-mérlegeket kellett volna kapnunk. Ezzel szemben, ennek éppen az ellenkezője volt megfigyelhető a 90-es évek eleji európai állapotokban: a kelet-közép-európai országok kis P-ellátottsági értékszámahoz kapcsolódtak a legkisebb, több esetben is negatív (!) (-10 és -20 kg/ha P_2O_5 közötti) P-mérlegek, míg a nyugat-európai országokhoz köthető legnagyobb P-ellátottsági értékszámokhoz a legpozitívabb, évenként 40 és 90 kg/ha P_2O_5 közötti többletet mutató P-mérlegek. Ez azt is jelenti, hogy a 90-es évek eleji kedvezőtlen állapotok napjainkra nemhogy javultak volna, vagy netalántán konzerválódtak volna, de drasztikus mértékben tovább súlyosbodtak az elmúlt 15 évben, a Nitrát Direktíva bevezetése óta eltelt 15 év során. Ezt az európai országok elmúlt 15 évi kumulált nitrogén és foszformérleg egyenlegei is megerősítik.

4) Az EU Nitrát Direktíva, amelynek az EU gazdálkodóinak harmonikus, környezetkímélő növényápolási gyakorlatát kellene szolgálnia, éppen az ellenkezőjét teszi: Az EU nyugati és keleti része közötti polarizációt erősíti fel, tovább súlyosbítva a nyugati régió környezetvédelmi, a keleti régió agronómiai, szociális, vidékfejlesztési problémáit.



5. ábra Az 1991 (a Nitrát Direktíva hatályba lépésének éve) és 2005 közötti kumulált NP-mérlegek, valamint az adott ország állatsűrűségének összefüggése egyes EU országokban (Csathó és Radimsky, 2009)

Figure 5. Correlations between estimated cumulative NP balances, as well as livestock densities in some European countries, 1991, the year of implementation of the EU Nitrates Directive (91/676/EEC), to 2005 (Csathó and Radimsky, 2009)

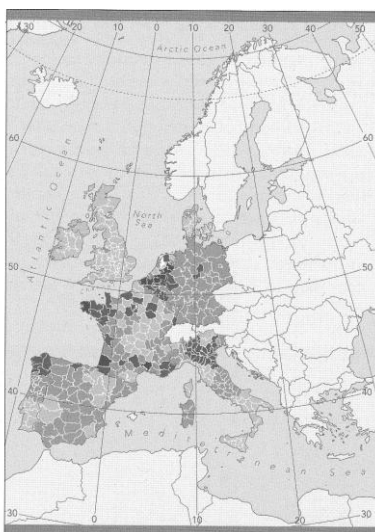
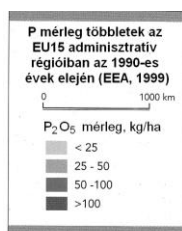
Tovább gazdagítva az EU nyugati részét, és tovább szegényítve a keleti részét.

Ez érthető is, hisz a Nitrát Direktíva, minden szakmaiságot, tudásalapot nélkülözve, nagyvonalúan(?) /felületességéből(?) /célirányosan (?) elnézi a környezetnek a nyugat-európai EU15 országok általi súlyos agrár eredetű diffúz NP-terhelését, -szennyezését (a Nitrát Direktíva bevezetése óta eltelt 15 év alatt, pl. Hollandia további 3500 kg/ha nitrogénnel, 1000 kg/ha P_2O_5 -tel, Belgium pedig 2700 kg/ha nitrogénnel, és 800 kg/ha P_2O_5 -tel terhelte környezetét), míg drákói szigorral jár el a közép- és kelet-európai országok nagyságrendekkel kisebb pontszerű NP-terhelésével szemben.

Vajon, ha, mint ahogy az *annakidején* Jézus kora vallási vezetőit, a farizeusokat és az írástudókat ily módon bírálta: „*Vak vezérek, a kik megszűritek a szűnyogot, a tevét pedig elnyelitek.*” (Szent Biblia, Máté 23:24)., sokkalta inkább, a *ma* „vallási vezetői” (akiknek talán az a

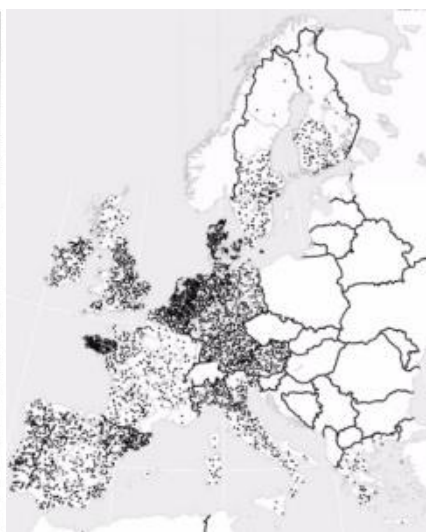
vallásuk, hogy nincs vallásuk, és talán az az etikai törvényük, hogy nincs etikai törvényük), a többek között az *EU Nitrát Direktívát (91/676/EEC) kidolgozók és betartatók felé nem hangozhatnak el ezen szavai?* (Csathó és Radimsky, 2007; 2009) (**5. ábra**).

A **6-7. ábrák**on a környezet agrár eredetű NP-terhelése, és az állatsűrűség közötti erős korrelációt nem lehet nem észrevenni. A tudomány mai állása szerint, NP-szennyezésnek a megfelelő szintűre való mérséklése egyedüli módjának az állatlétszám drasztikus csökkentése tűnik az érintett országokban. NUTS 2 szinten jó példa erre a P-mérlegek és a sertés sűrűség közötti összefüggés térképes ábrázolása (**6-7. ábra**).



6. ábra Az EU12 országok P-mérlege 1990-ben, NUTS 2 szinten (EEA, 1995)

Figure 6. Phosphorus balances in the EU12 countries, in the early 1990s, in NUTS 2 levels (EEA, 1995)



7. ábra Sertés állománysűrűség Nyugat-Európában (World Bank, 2005)

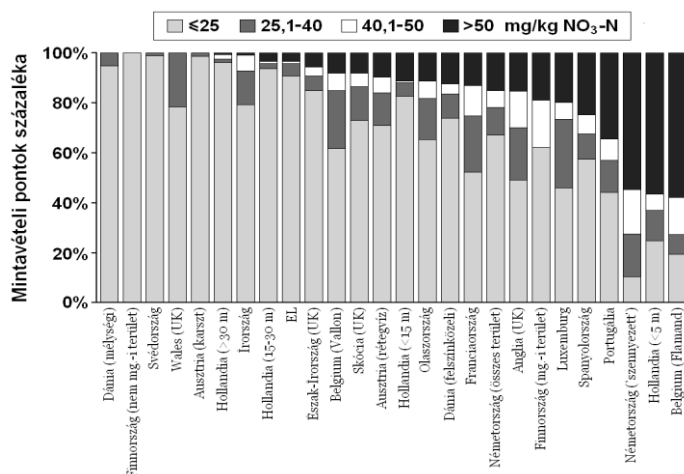
Figure 7. Pig population density in Western Europe (World Bank, 2005)

Nézzük, mi a helyzet az EU országok N-gazdálkodásával kapcsolatban? Mint említettük, a kumulált N tápelemmérlegek is, mint legfontosabb agrár-környezeti indikátorok, a talajvíz nitrát N-szennyezettségével is jó egyezőséget mutatnak (**8-9. ábra**).

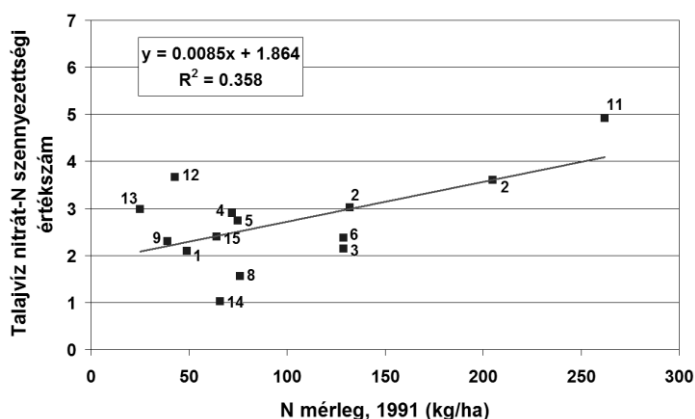
A talajvíz nitrátszennyezettségi értékszámát az alábbiak szerint határoztuk meg, Hamell (2007) adatai alapján: talajvíz nitrát N: <25 mg/kg (világosszürke kategória): 1-es szorzó; talajvíz nitrát N: 25-40 mg/kg (sötétszürke kategória): 3-as szorzó; talajvíz nitrát N: 40-50 mg/kg (fehér kategória): 5-es szorzó; és talajvíz nitrát N (fekete kategória): 50 mg/kg: 7-es szorzó.

A talajvíz N-szennyezettségi értékszáma az adott országban pedig: (1 x világosszürke kategória százalékos előfordulása/100 + 3 x sötétszürke kategória százalékos előfordulása/100 + 5 x fehér kategória százalékos előfordulása/100 + 7 x fekete kategória százalékos előfordulása/100).

Az említett nyugat-európai országokban erőteljesen csökkenteni, a közép-kelet-európai országokban erőteljesen növelni kell az állattenyésztés arányát ahhoz, hogy az egészséges, fenntartható növénytermesztés/állattenyésztés arányok kialakulhassanak. Első megközelítésben, javaslatunk hosszú távon fenntartható növénytermesztés/állattenyésztés arányra a 0,75–1 számosállat/1 ha mezőgazdasági terület állatsűrűség.



8. ábra A talajvíz nitrátszennyezettségének mértéke az EU15 országokban (Hamell, 2007)
Figure 8. Nitrate-N pollution of the groundwater in the EU15 countries (Hamell, 2007)



9. ábra A talajvíz nitrát N-szennyezettségi értékszáma és a 90-es évek eleji N-mérlegek közötti összefüggés az EU15 országokban (1-15: a számok az 1. ábránál ismertetett EU15 országokat reprezentálják) (Csathó, 2009a; 2009b)

Figure 9. Correlation between the degree of ground water nitrate-N pollution and the N balances in the early 1990's in some EU15 countries (Numbers 1-15: see text at Figure 1)
 (Csathó, 2009a; 2009b)

Mindezeknek a változásoknak a nyertesei a helyi gazdálkodók, gazda- és faluközösségek kell, hogy legyenek. Csak így valósul meg a közőj prioritásának elve.

Megvitatás

Idén 19 éve, hogy megszületett az EU országok felszíni és felszín alatti vizei védelmének biztosítását célzó Nitrát Direktíva. Szükséges tehát számot vetnünk az elmúlt évek történéseiről: mi is történt az EU mára 27 tagországgá bővült közösségében a növénytaplálás, annak környezeti vonatkozásai terén az elmúlt időszakban, mennyiben teljesültek ennek a fontos agrár-környezeti szabályozónak a célkitűzései? Az értékelésben a korábbi EU15 (EU15) és az új EU12 (NEU12) országok nitrogén- (N) és foszfor- (P) mérlegének, illetve a talajok P-ellátottságának elmúlt 15 évi változásai, azok összehasonlítása sietnek segítségünkre.

A Webster (1961) értelmező szótára szerint az „Unió” az alábbiak szerint definiálható: „Egy egymásnak megfelelő, kiegyensúlyozott egészbe/egységbe rendezés”. A dolgozat célja annak meghatározása, hogy az EU 27 országok NP-táplálási gyakorlata megfelel-e az „Unió” fenti leírásának, avagy nem.

A válasz lesújtó és sokkoló: ahelyett, hogy az EU 27 országokban a mezőgazdaság NP-mérlegei, a talajvíz nitrátszennyezettsége, illetve foszforellátottsága területén az elmúlt 15 évben egyfajta kiegyenlítődés történt volna az EU nyugati és keleti fele között, ezzel ellenkezőleg, ez alatt az időszak alatt további, felgyorsult polarizáció ment végbe, melynek következményei: 1) Súlyos környezeti fenyegetés néhány nyugat-európai EU országban, különösen is Hollandiában és Belgiumban, részben Dániában és Németországban, valamint Franciaország (Bretagne-félsziget) és Olaszország (Pó völgye) egyes régióiban. 2) Súlyos agronómiai, szociális és vidékfejlesztési problémák az újonnan csatlakozott közép-kelet-európai EU országokban.

A Nitrát Direktíva teljesen hatástalannak bizonyult ezen kedvezőtlen tendenciák megállításaiban, és helyes irányba fordításában.

A szerzőnek úgy tűnik, hogy Magyarországon (és valószínűleg az EU-ban is) az állatok jogvédelme sokkal körültekintőbben megoldott, mint amennyire az EU és hazai jogszabályokban az ember alapvető emberi jogai, az élhető vidék követelményrendszere biztosítottak. Az 1998. évi XXVIII. (III.16), az állatok védelméről és kíméletéről szóló törvény előírja, hogy az állatokkal a jó gazda gondosságával kell bánni.

Ezt a mentalitást, az állatok érdekében bevezetett etikai minimumszintet szükségesnek tűnik az Európai Unió és Magyarország összes, humán vonatkozású, az emberre – az ateista evolucionista tan szerinti megfogalmazás szerint –, mint az evolúciós sor csúcsragadozó állatára vonatkozó törvényekre is kiterjeszteni: amennyiben a teremtéstan szerinti megfogalmazást tekintjük mérvadónak (a legújabb tudományos kutatás a teremtéstant tudományosan sokkal megalapozottabbnak valószínűsíti, mint az ateista evolucionizmust (Lennox, 2007; 2008)), az emberre, mint a teremtés koronájára, szükséges az Európai Unió és Magyarország összes, humán vonatkozású törvényében – így az élhető vidékre vonatkozóra is – a keresztény etika normáját mielőbb bevezetni.

A természettudományos megközelítésen túl, szükségesnek tűnik tehát az élhető vidék követelményrendszerének társadalomtudományi szempontú, igényes megfogalmazása is. Dolgozatunkban is, a fentieknek megfelelően, az *agrár-környezetvédelmi, agronómiai, a szociális és vidékfejlesztési problémák EGYÜTTES orvoslása szükséges voltára helyezzük a hangsúlyt*. Megítélésünk szerint, és ez szerző tiszteletteljes javaslata is, indokoltnak látszik *a jövőben az Élhető Vidékért Konferenciákon az agronómiai, környezetvédelmi témájú szekciók mellett a szociális, vidékfejlesztési (szociológiai?) szekciókat is szerepeltetni*. Amely jövőbeni konferenciákra talán – biztos, ami biztos – érdemes lenne *az egyház képviselőit* is meghívni. Annál is inkább, mivel az élhető vidék követelményrendszerének társadalomtudományi szempontú, igényes megfogalmazását a keresztény etika oldaláról a történelmi egyházak, közöttük pl. a Katolikus Egyház is, már meg is tette (Marx, 2009). Az élhető vidék feltételrendszerének igényes, exakt, természet- és társadalomtudományi megközelítését szükségesnek tűnik a Nemzeti Együttműködés Programja keretében a tudományterületek, valamint a döntéshozók meghatározó képviselőinek fórumokon megvitatnia, és ennek eredményeképpen, kísérletet tenni a hazai és EU jogalkotási rendszerbe való beépítésükre.

A szerző véleménye szerint tehát, azonnali paradigmaváltásra van szükség az EU agrár-környezetvédelmi jogi szabályozásban. Ahelyett, hogy csupán beszéljünk róla, a pénzügyi érdekek érvényesítése helyett, az EU nyugati felében a diffúz NP-terhelést megállító agrár-környezetvédelmi szabályozást kell érvényesíteni, az EU keleti fele agronómiai, szociális és vidékfejlesztési pozícióinak egyidejű erősítésével, javításával.

Önvédelmi okokból, mindenképpen indokolt a közép-kelet európai EU országokban a külföldiek föld- és egyéb agráringatlan vásárlási moratóriumát addig hatályban/érvényben tartani, amíg, az EU nyugati felében a diffúz NP-terhelést megállító agrár környezetvédelmi szabályozás érvényesítésre nem kerül, az EU keleti fele agronómiai, szociális és vidékfejlesztési pozícióinak

egyidejű erősítésével, javításával, úgy, hogy a változások egyértelmű haszonélvezői a helyi gazdasközösségek, a vidék legyenek.

A föld- és állatlétszám alapú támogatást – amikortól megvalósul – az EU nyugati és keleti része közötti polarizáció miatt, semmiképpen sem a tényleges, hanem az optimális növénytermesztés/állattenyésztés arányhoz kell szabni. Az említett nyugat-európai országokban erőteljesen csökkenteni, a közép-kelet-európai országokban erőteljesen növelni kell az állattenyésztés arányát ahhoz, hogy az egészséges, fenntartható növénytermesztés/állattenyésztés arányok kialakulhassanak. Javaslatunk fenntartható növénytermesztés/állattenyésztés arányra a 0,75, vagy 1 számosállat/1 ha mezőgazdasági terület állatsűrűség. Tehát, a föld- és állatlétszám alapú támogatást egységesen minden EU országban úgy kell megvalósítani, hogy minden hektár mezőgazdasági területre 0,75, vagy 1 számosállat támogatást is fizessen az EU, függetlenül attól, hogy ennél nagyobb, vagy kisebb az aktuális állatsűrűség. Az EU ezzel a döntésével is segítené a fenntartható növénytermesztés/állattenyésztés arány kialakulását az EU keretein belül.

Annak érdekében, hogy a közép-kelet-európai EU országok érdekérvényesítése minél hatékonyabban megtörténhessen, *létfontosságú*, hogy a közép-kelet-európai EU országok koordináltan, *egységesen* lépjenek fel az EU nyugat-európai túlsúlyú vezetése felé túlélési esélyeik érvényesítése, a vidék élhetőségének *megteremtése*, biztosítása, javítása érdekében.

Mindezekon túl, a hazai és a nemzetközi jog adta jelenlegi keretek között, mindent meg kell tenni a hazai vidék túléléséért, a hazai vidék élhetőségi feltételeinek megteremtéséért, javításáért.

Köszönetnyilvánítás

Az ebben a dolgozatban ismertetett kutatási eredmények jelentős része az “A mezőgazdasági termelés hozzájárulásának becslése az eutrofizáció előidézésében” (Quantifying the agricultural contribution to eutrophication). c. COST 832 Program (1997–2003), valamint az „A felszíni és felszín alatti vizekbe jutó tápelem mennyiségek csökkentésének lehetőségei” (Mitigation options for nutrient reduction in surface water and groundwaters) COST 869 Program (2006-2011) kezdeményezésére jött létre. Köszönet illeti Prof. Emmanuel Frossard urat, ETH Zürich, Svájc, egy átfogó tanulmány készítésére történő felkéréséért a közép-kelet európai országok talajainak P-ellátottsága és P-mérlegei témakörében; Prof. Johnny Johnston urat, IACR, Rothamsted, Egyesült Királyság, a kézirat minőségének javítása érdekében tett javaslataiért; valamint and Prof. Eugen Kamprath urat, North Carolina State University, Raleigh, USA, a dolgozat témakörében készült tudományos szakcikkek megjelentetésére irányuló bátorításáért, és támogatásáért.

Irodalom

A Nemzeti Együttműködés Programja. Magyar Országgyűlés, 2010. május 22.

Az 1998. évi XXVIII. (III. 16) törvény az állatok védelméről és kíméletéről.

COST 832 (1997–2003): “A mezőgazdasági termelés hozzájárulásának becslése az eutrofizáció előidézésében” (Quantifying the agricultural contribution to eutrophication).

COST 869 (2006–2011): „A felszíni és felszín alatti vizekbe jutó tápelem mennyiségek csökkentésének lehetőségei” (Mitigation options for nutrient reduction in surface water and groundwaters)

Council Directive of 12 December 1991 concerning protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. (91/676/EEC).

Csathó P. 2009a: Vélemény az Európai Unió Tanácsa által 2009. október 7-én kibocsátott 13000/09, COM(2009) 512 végleges közleményéről, melyet az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a régfiók Bizottságának készített A „Felkészülés a jövőre: közös stratégia kidolgozása a kulcsfontosságú alaptechnológiákkal kapcsolatban” címmel. Kézirat. MTA TAKI, Budapest.

Csathó P. 2009b: Vélemény a FÖVÉT számára az „A jövő Közös Agrárpolitikája a Közjavakért

- dokumentumról”. Kézirat. MTA TAKI, Budapest.
- Csathó P., Radimsky L. 2005a: OECD environmental surface NP balances for Hungary, 1901–2000. In: Element balances as a tool for sustainable land management. Abstract book. p. 32. Tirana, Albania. www.elementbalances05.org
- Csathó P., Radimsky L. 2005b: A magyar mezőgazdaság környezetvédelmi és agronómiai megközelítésű NPK tápelem-mérlege 1901 és 2000 között. Szemle. Agrokémia és Talajtan, 54: 217–234.
- Csathó P., Radimsky L. 2007: A Nitrát-direktíva első 15 éve: eredmények, kudarcok, feladatok az Európai Unióban környezet agrár eredetű NP-terhelésének csökkentésében. Fórum. Növénytermelés, 56: 83–110.
- Csathó P., Radimsky L. 2009: Two worlds within EU27: sharp contrasts in organic and mineral NP use, NP balances and soil P status. Widening and deepening gap between Western and Central Europe. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 40: 999–1019.
- Csathó P., Árendás T., Németh T. 1998: New, environmentally friendly fertiliser advisory system, based on the data set of the Hungarian long-term field trials set up between 1960 and 1995. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 29. 2161–2174.
- Csathó, P., Sisák, I., Radimsky, L., Lushaj, S., Spiegel, H., Nikolova, M. T., Nikolov, N., Čermák, P., Klir, J., Astover, A., Karklins, A., Lazauskas, S., Kopinski, J., Hera, C., Dumitru, E., Manojlović, M., Bogdanović, D., Torma, S., Leskošek, M. (deceased, 2006), Khristenko, A. 2007: Agriculture as a source of phosphorus causing eutrophication in Central and Eastern Europe. Soil Use and Management, 23 (Suppl. 1): 36–56.
- Hamell, M. 2007: Implementing the Nitrates Directive. European Commission. DG Environmen. Unit Agriculture, Forest and Soil. In: 16th International Symposium of CIEC. 17-19 September, 2007. A ppt presentation. Gent, Belgium.
- Johnston, A. E. 1997 Soil phosphorus status and P balances in the EU15 countries. Manuscript. Rothamsted-Harpenden, UK.
- Kamprath, E. J., Watson, M. E. 1980: Conventional soil and tissue tests for assessing the phosphorus status of soils. In: Khasawneh, F. E., Sample, E. C., Kamprath, E. J. (eds.) The role of phosphorus in agriculture. ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin USA.
- Karácsony S. 1985: A magyar észjárás. Magyar Hírmondó. Magvető Kiadó, Budapest. 564 p.
- Karácsony S. 2009: A magyar észjárás. Széphalom Könyvműhely, Budapest.
- Kovács G. J., Csathó P. (szerk.) 2005: A magyar mezőgazdaság elemforgalma 1901 és 2003 között. Agronómiai és környezetvédelmi tanulságok. MTA TAKI – FVM, Budapest.
- Lennox, J. C. 2007: God’s undertaker. Had Science Buried God? Lion Hudson Plc., Oxford, UK.
- Lennox, J. C. 2008: A tudomány valóban eltemette Istent? Evangéliumi Kiadó, Budapest.
- Marx, R. 2009: A Tőke. Védőbeszéd az emberért. Szent István Társulat. Az Apostoli Szentszék Kiadója, Budapest. 270 p.
- Németh T. 1996: Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogénforgalma. MTA TAKI, Budapest. 382 p.
- OECD 2001: Environmental Indicators for Agriculture. Paris, France. Vol. 3, 117–139.
- OECD 2008: Environmental Indicators for Agriculture. Vol. 4, Chapter 3: OECD trends of environmental conditions related to agriculture. Paris, France. www.oecd.org
- Sims, T., Spiess, E., Csathó, P. 2005: Conclusions and the suggestions for the politicians and for the farmers derived from WG1 and WG2. In: Final Report of the International Conference on Element Balances as a Tool for Sustainable Land Management, March 13 to 19, 2005, Tirana, Albania.
- Stanners, D., Bourdeau, Ph. (eds.) 1995: Europe’s Environment. The Dobriš Assessment. European Environment Agency (EEA). Copenhagen, Denmark.
- Steén, I. 1997: A European fertilizer industry view on phosphorus retention and loss from agricultural soils. In: H. Tunney, O. T. Carton, P. C. Brookes, A.E. Johnston (eds): Phosphorus loss from soil to water. CABI Wallingford. p. 311–328.

- Szent Biblia. A Károli Gáspár-féle fordítás (1590) revideált változata. Magyar Bibliatársulat, Budapest, 2007.
- Tunney, H., Breeuwsma, A., Withers, P. J. A., Ehlert, P. I. A. 1997: Phosphorus fertiliser strategies: present and future. In: H. Tunney, O. T. Carton, P. C. Brookes, A. E. Johnston (eds): Phosphorus loss from soil to water. CABI Wallingford, p. 177–204.
- Tunney H., Csathó, P., Ehlert, P. 2003: Approaches to calculating P balance at the field-scale in Europe. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 166: 438–446.
- Vetter, H., Fruchtenicht, K. 1974: Wege zur Ermittlung des Dungerbedarfs mit grosserer Treffsicherheit (Methods of determining fertiliser requirements with more accuracy). *Landwirtschaftliche Forschung* 31(1): 290-320., cit: Tunney, H., Csathó, P. and Ehlert, P. 2003. Approaches to calculating P balance at the field-scale in Europe. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 166: 438–446.
- Webster's Third New International Dictionary of the English Language Unabridged I-II. 1961: London, Bell and Sons. 2662 p.
- World Bank. 2005: "Food safety and agricultural health standards: challenges for opportunities in developing country exports." Report No. 31207, World Bank, Washington, DC.

Abstract

EVALUATION OF THE EU NITRATES DIRECTIVE (91/676/EEC), AS WELL AS THE NP TURNOVER OF THE EU27 COUNTRIES, BASED ON THE PRINCIPLES OF SUSTAINABLE NP NUTRITION: AN OUTSTANDING OPPORTUNITY FOR A SIGNIFICANT IMPROVEMENT OF THE POSITION OF THE HUNGARIAN VILLAGES

PÉTER CSATHÓ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet
H-1022-Budapest, Herman O. út 15., Hungary, e-mail: csatho@rissac.hu

Motto: "The earth is the LORD's, and everything in it, the world, and all who live in it" (Psalm 24:1)

Hungary has been member of the European Union since 2004, but, it is 25 years ago when the nation has started to sacrifice 50% of livestock population on the altar of joining the EU. It is now 19 years since the European Union passed the Nitrates Directive, aimed at protecting surface and subsurface waters in EU countries. It is therefore worth reviewing the progress made in recent years in achieving the aims of this major agricultural and environmental regulation. A comparison of changes in the nitrogen (N) and phosphorus (P) balances of the EU15 and NEU12 countries and in the P supplies of the soils over the last 15 years will be used for this purpose. According to Webster's Dictionary (1961), the description of "Union" is: "A uniting into a coherent and harmonious whole". This paper deals with the question whether the plant nutrition practice within the EU 27 countries fits to this description of "Union", or not. The answer to this question is distressing. Instead of a trend towards equalization in surface NP balances and soil NP status in the EU27 countries, a further and accelerated polarization has happened in the last 15 years resulting in severe environmental threats in some of the former EU15 countries, especially in Belgium and the Netherlands, and causing severe agronomic, social, and rural development problems in most of the new EU 12 countries. The negative NP balances and worsening NP status in Central and Eastern European (CEE) countries, including those which have recently joined the EU (NEU12), may result in increasingly low yields and in economic and agronomic problems. These trends are in sharp contrast to past practices in some of the EU15 countries, where strongly positive NP balances and oversupplies with NP may lead to environmental and ecological threats. The Nitrates Directive has proved to be entirely ineffective in stopping the disadvantageous trends and converting them into

the right direction. It seems to the author that legal defence of animals is much more carefully solved in Hungary (and, probably, also in the EU) in the legislation processes, than that of humans, for the latter ones, it seems to be established inadequately in the EU and Hungarian laws regarding the basic human rights to live sustainable life in the villages, in the countryside. The XXVIII. (March 16, 1998.) law on the protection and regard towards animals directs that humans have to treat them with proprietary solicitude. This mentality, this ethic minimal level established and implemented in favour of the animals should be provided, established and implemented in every EU and Hungarian law referring to humans. What is the reason for that? From the point of view of atheistic evolutionist theory, humans are the top predatory animals, ie. the rights provided for animals – i.e., to treat them with proprietary solicitude – are due to them, humans as well. On the other side, from the point of view of the creation theory, – and, surprisingly, according to the recent findings of scientific research, the probability of the creationism theory is much-much higher, than that of the atheistic evolutionist theory (Lennox, 2007, 2008) – the norms of the Christian ethics (which, among others, involves the principle of solidarity as well), should be provided, established and implemented in every Hungarian and EU law referring to humans, including rural development. The question raises inevitably, whether the „EU-car” has „all the four wheels” necessary for providing the conditions of the sustainable village, the sustainable countryside: (1) regarding agronomy; 2) regarding agro-environmental protection; 3) regarding the social issues, established by the economic system; and, 4) regarding rural development? Not to mention the „spare/fifth wheel” – which, inevitably, should be the church, because, if not other cases, but, in case of having while moving on the public road of our journey through life, and having a blow-out, we usually turn to it. Obviously, one can leave for a long journey without a sparewheel, without a fifth wheel, but, without, it is much more hazardous, than with it. And, again, the question raises inevitably, whether has the „car of the managers of EU, responsible for legislation, and having the laws kept” have „all the four wheels” necessary for providing the conditions of the sustainable village, the sustainable countryside: (1) regarding agronomy; 2) regarding agro-environmental protection; 3) regarding the social issues, established by the economic system; and, 4) regarding rural development? They consider the „spare wheel, the fifth wheel”, – i.e., the church, the question whether you practice your Christian faith or not – as a private affair. In the same basis, author considers practicing or not practicing the faith of atheistic evolutionism, as a private business. Fifty-fifty, is not it? According to their logics, private affair is what they consider private affair. In the same way, anybody can consider anything as private business. This is why author considers the faith in atheistic evolutionism, as a private business. But, there is one thing author cannot understand: if it is a private business, then, on the biology classes, in the public schools, why is the head of the pupils stuffed in an exclusively obligatory manner with a private business, with the theory of atheistic evolutionism – which is, according to the author’s opinion, a stinkweed –, and, in the spirit of equal opportunities, in the era of tolerance, in the public schools, instead of private businesses, why are not dealt with public affairs, i.e., besides teaching the theory of atheistic evolutionism, parallel, teaching the theory of creationism as well? Not to mention, – be it as surprising, as it is, according to the recent findings of scientific research, the probability of the creationism theory is much-much higher, than that of the atheistic evolutionist theory (Lennox, 2007, 2008) Well, that’s enough from this point, author guesses. Obviously, answering the question whether both the „EU-car” an „car of the managers of EU, responsible for legislation, and having the laws kept” have „all the four wheels”, or not, is not author’s business. According to the author’s opinion, there is a need for a paradigm shift in the EU agro-environmental protection legislation. Instead of speaking about it, agro-environmental protection, social, and rural development principles should gain real priority over the financial interests. Co-operation within the European Union should help to solve both the environmental threat facing the Western part of the community, and the agronomic and economic problems in the Central and Eastern part. Because of the polarisation between the Western and Eastern part of EU, subsidies on the agricultural area as well as the livestock number should not be based on the actual, but to the optimal (75 to 100 livestock units / 100 ha agricultural land) livestock density, equally in each of the EU 27 country.

A HAZAI MEZŐGAZDASÁGI TERÜLETEINK TÁPANYAG-ELLÁTOTTSÁGÁNAK MEGÍTÉLÉSE

PÁLMAI OTTÓ¹ és HORVÁTH JÓZSEF²

¹Fejér Megyei MgSzH Növény- és Talajvédelmi Igazgatóság
2481 Velence, Ország út 23., e-mail: palmai.otto@fejer.ontsz.hu

²Talajerő plusz Kft.
7400 Kaposvár, Petőfi utca 11., e-mail: talajero@t-online.hu

Összefoglalás

Hazánk földművelés történetében a kezdetektől a '70-es évek közepéig mindig negatív volt a tápanyagmérlegünk és csak ezen időszak után, mindössze a rendszerváltásig, alig 15 évig folytattunk „talajgazdagító” tápanyagutánpótlást. 1990 után azonban drasztikusan, kezdetben közel 70 %-al esett vissza a műtrágya felhasználás. Ilyen színvonalú tápanyag-utánpótlás a mérlegadatok alapján a múlt század eleji állapotnak felel meg. Az elmúlt években a műtrágya felhasználásunk mindössze 70 kg/ha körüli NPK hatóanyag szintre emelkedett, miközben az állatállományunk lassan már a harmadára esett vissza, tehát a szerves forrás is radikálisan csökkent. Fenti folyamatok eredményeként a hazai talajaink tápanyag-ellátottsági szintje is jelentősen csökkent, általában minimum 1 ellátottsági kategóriával lett alacsonyabb, ami a múlt század '70-es évek végi állapotnak felel meg. Tehát az elmúlt 20 évben felértük azt a tápanyagtőkét, amit előtte 15 év alatt, a tápanyagmérleg pozitív szakasza idején a termésbiztonság növelése érdekében kiadtunk. Nem oldhatja meg ezt a problémát, legfeljebb segítheti az újabban egyre jobban terjedő baktérium készítmények használata sem, ami semmiképpen nem tápanyagutánpótlási, maximum tápanyaggazdálkodási technológiai elem lehet szerencsés esetben. Nagy kérdés, hogy ez az állapot és hazai helyzet elegendő lehet-e a növénytermesztési és általában a mezőgazdasági versenyképességünk fenntartásához.

Kulcsszavak: talajtermékenység, talajminőség, termésbiztonság, tápanyagmérleg, műtrágya

Amióta az ember növénytermesztéssel foglalkozik a talajok tápanyag ellátottságának mindig fontos szerepe volt. A mezőgazdasági tevékenység intenzívebbé válásával, a termőtalajok intenzívebb használatával azonban a korábban alkalmazott módszerekkel (parlagoltatás, ugaroltatás, vetésforgó, szerves- és zöldtrágyázás) már nem lehetett fenntartani a talajok termőképességét, ezért kezdték el a műtrágyák használatát.

A régebbi gazdálkodási rendszerek sikeressége attól függött, hogy mennyiben sikerült a termesztett növények számára fontos tápanyagokat az istállótrágyával a talajba juttatni, ill. pillangósokkal a N többletet biztosítani. Mindössze 150 évvel ezelőtt fedezték fel, hogy a talajok nitrogén ellátottsága mellett fontos szerepe van a foszfornak is a terméseredményekre. Ez a felismerés teremtette meg az alapján a műtrágyázás gondolatának és a műtrágyák előállításának, ami a földművelés új korszakát jelentette.

Már a múlt század közepén bebizonyították, hogy a műtrágyázás kezdete óta mutatózó látványos terméseredmény növekedés 50%-ban a műtrágyázásnak köszönhető. Ezt a megállapítást később a hazai szabadföldi kísérleteink adatai alapján nálunk is igazolták.

Nyugat-Európában a mezőgazdasági termelés intenzívebbé válása már a '60-as évek elején elkezdődött. Fokozatosan nőtt a kemikáliák, ezen belül a műtrágyák felhasználása, de természetesen a növénytermesztés egyéb technológiai elemei (gépesítés, talajművelés, új növényfajták, növényvédelem stb.) is követték ezt a tendenciát. Ezen együttes hatások következményeként egyértelműen nőttek a terméseredmények.

Ezek a folyamatok nálunk legalább tíz év késéssel, a '70-es évek első harmadában jelentkeztek. Fontos megállapítani, hogy eddig az időpontig a földművelés történetünkben mindig negatív volt a tápanyagmérlegünk (**1. táblázat**). Ez azt jelenti, hogy a betakarított terméssel mindig több tápanyagot vontunk ki a talajainkból, mint amit visszapótlottunk.

Időszakok	Nitrogén (N)	Foszfor (P_2O_5)	Kálium (K_2O)
1900-1950	-33	-7	-22
1961-1965	-24	1	-23
1971	7	27	21
1975	16	47	52
1984	27	46	41
1986-1990	32	24	14
1991	-55	-23	-33
1991-1995	-30	-13	-28
1991-2000	-28	-16	-40

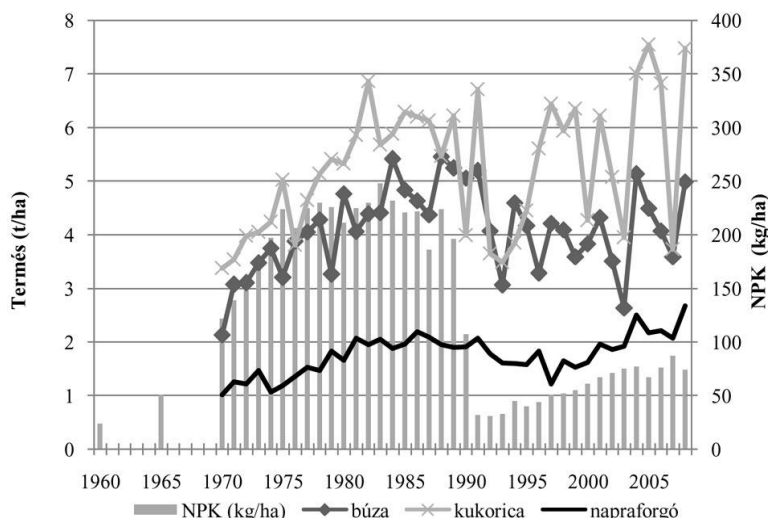
1. táblázat Magyarország mezőgazdasági művelésbe vont területeinek NPK-mérlege (kg/ha) (Kádár, 1987; 1997; 2007)

Table 1. NPK balance (kg/ha) of all agricultural lands of Hungary (Kádár, 1987; 1997; 2007)

Tehát csak a műtrágyák használatának magasabb dóziséval sikerült változtatni ezen a helyzeten. Ebben az időben hazánk számára a mezőgazdasági termelés fokozása nagyon fontos politikai célkitűzés volt, aminek a szakmai feltételrendszere is meg lett valósítva.

A '70-es évek második felében kialakítottunk egy egységes agrokémiai szaktanácsadási rendszert, egy országos talajvizsgálati laborhálózatot és elkezdtük az egész országra kiterjedő kezdetben 3, később 5 évenkénti talajvizsgálatokat.

Határozottan kijelenthető, hogy az emelkedő műtrágya felhasználás megbízható szakmai alapokra épült, aminek hatására egyértelműen nőttek a terméseredmények (**1. ábra**).

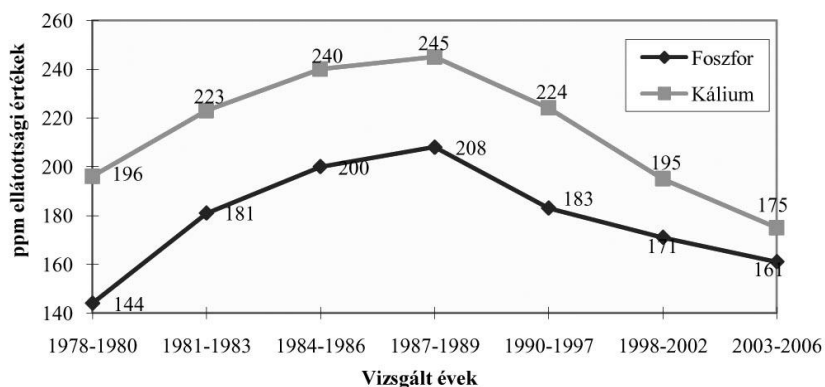


1. ábra A műtrágya-felhasználás Magyarországon és a búza, kukorica, napraforgó terméseredmények (mezőgazdasági területre vetített NPK hatóanyag kg/ha)

Figure 1. Fertilizer use and yields of winter wheat, maize and sunflower in Hungary (effective NPK dose (kg/ha) on agricultural lands)

Fejér megyében 250.000 ha szántó területre, 4500 táblára évente adtunk műtrágyázási szaktanácsadást, 1982-től már számítógép alkalmazásával, 1986-tól beépítettük a tápanyagmérleges

korrekciót a szaktanácsunkba és mikroelem kijuttatási javaslatával is kiegészítettük a rendszerünket. 1988-tól bevezettük – hazánkban elsők között – az őszi vetésű gabonák kora tavaszi fejtrágyázására az ásványi N-tartalom (N_{min}) vizsgálatán alapuló szaktanácsadást, amit a gabonaterületek 20-25%-án igénybe is vettek az üzemek. Ezzel a tápanyag-gazdálkodási rendszerrel az volt a cél, hogy a növénytermesztést meghatározó technológiai elemek közül a tápanyag ellátottság ne legyen korlátozó tényező. Ezért tudatosan „talajgazdagító, feltöltő” trágyázás folyt, addig, amíg a foszfor és kálium tápelemekből nem értük el a jó ellátottság szintet (2. ábra).



2. ábra Az átlagos talajellátottság alakulása (közel 300 000 ha adatai alapján), 1978–2006
Figure 2. Nutrient content of the soils in Fejér County, Hungary between 1978 and 2006, based on the data of 300 000 ha

Hozzá tartozik a témához, hogy a '80-as évek közepére megfogalmazódtak olyan vélemények, hogy a hazánkban folyó műtrágyázási gyakorlat környezetszennyező. E téma kivizsgálására az FVM finanszírozásában 1986-ban elindult Velencén, az intézményünkben egy 8 éves program a Velencei-tó teljes vízgyűjtőjére, aminek az lett az egyértelmű eredménye, hogy a Velencei-tóba kerülő teljes szennyezés több mint 90%-a kommunális eredetű.

Az 1990-ben bekövetkezett politikai változás természetesen teljesen átalakította a mezőgazdasági struktúrákat is. Még a Közép-Kelet-Európai országokhoz hasonlítva is drasztikusan, példátlan módon visszaesett a műtrágya felhasználás. A megelőző 15 év átlagában hazánkban 220–230 kg NPK hatóanyagot használtunk hektáronként évente. Ez a mennyiség 40 kg alá csökkent 1991-ben és szinte teljesen megszűnt a talajvizsgálatok iránti igény. Hosszú ideig tápanyag-utánpótlással kapcsolatos kérdés sem hangzott el és csak nagyon lassan kezdett újra éledezni ez a szakterület.

A termőföldek magánosítása során nagyon sok szakképzetlen, új tulajdonos került be a termelésbe, ami a mai napig rengeteg megoldatlan problémát hordoz magában. Egy dolog tény, az elmúlt 20 évben a növénytermesztés technológiai elemei közül a tápanyag-utánpótlás minimumtényező lett, ami ma már fellelhető terméskorlátozó tényező. A 2. ábrán egyértelműen látható, hogy az elmúlt 20 évben a három fő növényünk évenkénti terméseredményei sokkal nagyobb változékonyságot mutatnak, sokkal kiszámíthatatlanabbak, mint a korábbi időszakban. Természetesen ezeket az eredményeket több tényező együttes hatása okozta, de egyre határozottabb a tápanyag ellátottsági anomáliák szerepe.

A tápanyag mérlegünk ennek megfelelően ismét tartósan negatív, és ha a „száraz számokat” nézzük, akkor szomorúan kell megállapítani, hogy a tápanyag-utánpótlásunk színvonala a múlt század első felében tapasztalt állapotoknak felel meg (1. táblázat). Az elmúlt két évtizedben a műtrágya felhasználásunk nagyon lassan emelkedő tendenciát mutatott, amibe azonban bezavart a két évvel ezelőtti drasztikus áremelkedés. Az elmúlt évek átlagában közel 70 kg az NPK hatóanyag felhasználásunk hektáronként, ami számításaink szerint alig több mint fele annak a mennyiségnek, ami szakmailag indokolt lenne a realizált terméseredményeket figyelembe véve.

A tápanyagmérlegünk adatait teljesen alátámasztják a talajaink tápanyag ellátottságát bemutató adatsorok is (**2. ábra**). A rendszerváltás előtti 15 évben kiadott plusz tápanyagot az elmúlt 20 évben szinte teljesen „feléltük”. Ez azt jelenti, hogy ma a talajaink tápanyag ellátottsági szintje a '70-es évek végi állapotnak felel meg, de ugyanakkor jóval magasabb terméseredményeket várunk. Nincs itt ellentmondás?

Tovább súlyosbítja a helyzetet, hogy az elmúlt 2 évtizedben lassan már harmadára csökken az állatlétszám, ebből adódóan a szerves trágya mennyisége. A '80-as évek elején még 28 millió t szerves trágya keletkezett hazánkban, a KSH adatai szerint ma már csak 5 millió, de számításaink alapján talán 7–8 millió t.

Összehasonlításképpen azért érdemes megnézni, hogy mi a helyzet ezen a téren az Európai országokban. A műtrágya-felhasználás évek óta stagnál, az alkalmazott átlagdózis közel 130 kg/ha/év NPK hatóanyag. Ezen belül természetesen jelentős a szórás országonként (**2. táblázat**). Ami mindenképpen meglepő, hogy ugyanezt a hatóanyag mennyiséget még szerves formában is felhasználják. Tehát az európai országok átlagos szerves és szerves forrásból származó évenkénti tápanyag kijuttatása összességében közelíti a 260 kg NPK hatóanyagot hektáronként. Ez a helyzet néhány országban (Benelux államok, Németország, Franciaország egyes részei) már komoly környezetvédelmi problémákat is felvet, de ez egy másik kérdés.

Ország	1 ha területre jutó műtrágya mennyisége (kg)			Összes műtrágya
	nitrogén	foszfor	kálium	
Ausztria	37,0	13,8	15,8	66,5
Belgium, Luxemburg	118,7	31,6	57,7	207,9
Csehország	93,3	15,8	9,4	118,5
Dánia	77,5	13,1	28,2	118,7
Egyesült Királyság	78,1	18,1	25,2	121,4
Észtország	37,5	9,9	8,0	48,8
Finnország	74,7	23,5	36,1	134,4
Franciaország	80,3	25,4	34,2	139,0
Görögország	45,5	18,0	10,0	73,5
Hollandia	148,7	27,2	33,8	221,1
Írország	81,9	20,9	30,1	132,9
Lengyelország	60,0	22,0	26,0	108,0
Lettország	20,1	8,4	6,4	35,0
Litvánia	34,7	6,8	13,6	55,1
Magyarország	44,2	9,0	10,8	64,1
Németország	105,5	18,4	29,6	153,0
Olaszország	51,9	30,4	24,4	107,7
Portugália	30,1	17,5	11,1	58,8
Spanyolország	43,6	23,7	18,5	85,8
Svédország	67,0	13,1	16,1	96,3
Szlovákia	51,6	12,8	10,9	75,3
Szlovénia	204,7	98,2	123,5	426,5

2. táblázat Egy hektár mezőgazdaságilag művelt területre jutó műtrágya hatóanyag felhasználás az EU országokban a 2001/2002. évben (FAO)

Table 2. Effective fertilizer use per hectare agricultural land in the EU countries in year 2001/2002 (FAO)

A nyugat-európai országok kényesen vigyáznak a termőföldjeik termőképességének megőrzésére, mert tudják, hogy az a jövő záloga. Mi ezen a téren is megpróbálunk más utakat járni.

Az elmúlt években jelentősen megnőtt a talajbaktériumok iránti érdeklődés. Természetesen a jövőben lehet ebben a témában nagy lehetőség, de jelenleg ez nem oldhatja meg a hazai problémáinkat. A baktérium készítmények használata nem tápanyag-utánpótlás, legfeljebb tápanyag-gazdálkodási kategória.

Kizárt dolog, hogy belátható időn belül ki lehet velük váltani a műtrágyák használatát, márpedig sokan ezt sugallják. Több tényező együttes összeesése esetén lehet csökkenteni ezen készítmények alkalmazásával a műtrágya felhasználás mennyiségét. Ez attól függ, hogy a kijuttatott baktérium trágya baktériumai domináns helyzetbe kerülnek az adott területen, vagy nem. Kedvező esetben kifejlhetnek a talajéletre pozitív hatást, ami növelheti a felvehető tápelemek mennyiségét, így a termesztett növény tápanyag-ellátottsága javulhat. Ha a kijuttatott baktériumok nem tudnak domináns helyzetbe kerülni, akkor sajnos nincs hatás. Számos kérdés vár még tisztázásra, mielőtt nagyon belevetnénk magunkat a gyakorlati megvalósításba.

Összességében meglehetősen kritikus állapotban lévőknek ítéljük meg a növénytermesztésre használt mezőgazdasági területeink tápanyag ellátottságát. Szerintünk még nagyobb baj, hogy ezt az érintett termelők egy része nem így látja.

Addig, amíg a föld szilárd részén 11% a termőföld részaránya, az EU 15-öknél alig 30%, hazánkban pedig több mint 60%. Ez egy teljesen speciális helyzet, hihetetlen természeti adottság, ami sajátos kezelést igényel. Fentiekből adódóan a hazai természeti kincseink minimum negyedrést, egyes szakértők szerint közel harmadát a termőföld jelenti.

Tehát a termőföld hazánk egyik legfontosabb, feltétesen megújuló természeti erőforrása, amelynek megóvása, sokrétű funkcióink megőrzése, termékenységének fenntartása nem csupán a földhasználó, hanem a társadalom hosszú távú érdeke.

Nagy kérdés, hogy a mezőgazdasági területeink természetes termőképessége hogyan „tolerálja” az elmúlt 20 év súlyos negatív tápanyagmérlegét. Meggyőződésünk, hogy ez a tendencia a mezőgazdasági versenyképességünket határozottan rontja.

Sürgős szemléletváltásra van szükség.

Irodalom

- Kádár I. 1987: Földművelésünk ásványi tápanyagforgalmáról. Növénytermelés, 36: 517–526.
Kádár I. 1997: Talajaink tápelemgazdálkodása az ezredfordulón. Növénytermelés, 46: 73–84.
Kádár I. 2007: Sustainability of soil fertility nutrient levels. Cereal Research Communications, 35: 573–576.

Abstract

EVALUATION OF THE NUTRIENT CONTENT ON THE HUNGARIAN AGRICULTURAL LANDS

OTTÓ PÁLMAI¹ and JÓZSEF HORVÁTH²

¹Central Agricultural Office Plant and Soil Protection Services of Fejér County
H- 2481 Velence, Ország út 23., Hungary, e-mail: palmai.otto@fejer.ontsz.hu

²Talajerő plusz Ltd.

H-7400 Kaposvár, Petőfi utca 11., Hungary, e-mail: talajero@t-online.hu

Soil nutrient content have always had an important role since human beings started plant production. With the intensification of agricultural production and the use of soils however former methods (out of cropping, crop rotation, organic and green manuring) were not capable to maintain the production capability of soils that led to the use of fertilizers. In the history of land management of Hungary nutrient balance has always been negative from the beginning until the 1970's. After

this period; and only until the political change; altogether for 15 years have we followed the soil enriching fertilization. After 1990 fertilizer use decreased dramatically, at the beginning with 70%. This level of fertilizer use is equal to that of the beginning of the 20th century according to the balance data available. In the past years our fertilizer use was only increased until 70 kg/ha NPK active substance, while animal husbandry decreased by two third causing the drastic decrease of organic resources. As a results of the above mentioned processes nutrient balance of the Hungarian soils decreased significantly, in general decreased by one supply category which is similar to the state that we had at the end of the 1970's. It means that in the last 20 years we used up the nutrient stock that was created during a 15 years period before the end of the 1970's. This problem can not be solved, only helped by the newly introduced and spreading use of bacteria products. It is not nutrient supply only can be, in optimal conditions an element of nutrient management technology. The big question is if this state can be enough to maintain competition of plant production and in general agriculture.

A BARNA ERDŐTALAJOK VÁLTOZÁSA SOMOGY MEGYÉBEN A TIM VIZSGÁLATAI ALAPJÁN

MARKÓ ANDRÁS és LABANT ATTILA

Somogy Megyei MgSzH Növény- és Talajvédelmi Igazgatóság
7400 Kaposvár, Guba S. u. 20., e.mail: markoa@ontsz.hu, labanta@ontsz.hu

Összefoglalás

A barna erdőtalajok zónájához tartozó Somogy megyei természetföldrajzi tájakra vonatkozóan, a Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer adatbázisa alapján vizsgáltuk az erdei- és szántóhasznosítású talajok változását. Az értékelés az 1992. évi kiindulási és a 2007. évi talajtani alapvizsgálatok (humusztartalom, pH-H₂O, pH-KCl, hidrolitos aciditás, összes karbonát), valamint a tápelemek közül az oldható NO₃-N, AL-P₂O₅, AL-K₂O, Na, Mg, Mn, Zn, Cu és S értékek összehasonlítására, a bekövetkezett változások meghatározására terjedt ki. A vizsgálat alapján levont következtetéseink, - a természetföldrajzi tájegységenkénti értékelés visszajelzi a tájegységek talajtani eltéréseit (kémhatás, savanyúság); az erdei- és szántóhasznosításból adódó különbségeket (humuszosodás, kémhatás, Zn érték változása); a szántókon a PK tápelem-ellátottság változásának tendenciáját; a környezeti hatások módosulását (S készlet nagyarányú csökkenése).

Kulcsszavak: talajtulajdonság változás, humusztartalom, talaj kémhatás, tápanyagforgalom, talajállapot

Bevezetés

A többi környezeti elemhez, a vízhez és a levegőhöz képest a termőtalaj változásai lényegesen lassabbak. A Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer (TIM) vizsgálatai lehetővé teszik, hogy az 1992. évi kezdeti vizsgálatától eltelt időszak során bekövetkezett változásokat áttekintsük.

A TIM a talajok minőségi változásainak folyamatos figyelemmel kísérését szolgáló mérő, megfigyelő, ellenőrző és információs rendszer. A mérési pontok természetföldrajzi tájanként, a tájakra jellemző reprezentatív helyeken lettek kijelölve. A mezőgazdasági hasznosítású területekkel szemben, az erdőkben az antropogén hatások kevésbé befolyásolják a természetes életközösséget, a talajok zavartalanul fejlődhetnek (Várallyai et. al., 1995).

Jelen vizsgálatunk célkitűzése, a rendelkezésre álló TIM adatbázis alapján a barna erdőtalajok zónájához tartozó Somogy megyei természetföldrajzi tájakon, az erdő- és a szántóhasznosítású területeken a talajtulajdonságokban bekövetkezett változások összehasonlítása.

Feltételezésünk szerint a barna erdőtalajok természetes állapotában, a fás növényi formációk alatt az elmúlt közel két évtizedben a változás kisebb mértékű, míg a nem természetes állapotú szántókon a művelés hatására a változások jelentősebbek. A talaj termékenységének növelését, illetve szinten tartását célzó művelés és trágyázás a talajok tulajdonságaiban határozottabb mértékű változást eredményezhet.

Anyag és módszer

Az értékelést négy somogy megyei természetföldrajzi tájra, Külső-Somogy és Belső-Somogy középtájra, valamint a Zselic és Marcali-hát kistájra végeztük el. A vizsgálathoz a TIM keretében 1991-ben Somogy megye területére kijelölt pontok közül a négy táj területén a barna erdőtalajokhoz tartozó 10 erdei, valamint 43 szántón lévő pont adatait használtuk fel. Az évenkénti mintavételezésből származó adatbázisból csak az induláskori, 1992. évi és a részletesebb, több

paraméterre kiterjedő 2007. évi vizsgálati adatokat vettük figyelembe. A vizsgálat megalapozottságához tartozik, a TIM pontok mintázása minden esztendőben hasonló időszakban, a vegetációs idő vége felé, szeptember közepe és október közepe között történt.

Az értékelésünk a talajtani alapvizsgálatokra (humusztartalom, pH-H₂O, pH-KCl, hidrolitos aciditás, összes karbonát, valamint a tápelemek közül az oldható NO₃-N, AL-P₂O₅, AL-K₂O, Na, Mg, Mn, Zn, Cu és S értékekre terjedt ki. Az összehasonlítást annak ismeretében is lehetségesnek tartjuk, hogy 2000-től a szántón lévő szelvényeknél az addigi talajtanos szemléletű szintenkénti mintázással szemben, az agrokémiai szemléletű rétegenkénti, javított pontmintázás történt; 9 pontról, a 0-30, 30-60 és 60-90 cm-es rétegből.

A rendelkezésre álló adatbázis ismeretében, az erdei- és a szántóföldi pont adatainak természetföldrajzi tájankénti számtani átlagát tartjuk összehasonlíthatónak.

Vizsgálati eredmények

A Dunántúli dombsághoz tartozó *Külső-Somogy* középtáj sajátossága, a meridionális völgyekkel feldarabolt lösztabláin NY-K-i irányban egymást váltja az agyagbemosódásos-, a típusos Ramann-féle és a csernozjom barna erdőtalaj.

A Külső-Somogyra vonatkozó 1 db erdei, valamint a 23 db szántóföldi pont átlagára az 1992. évi és a 2007. évi vizsgálati adatok összehasonlítása alapján jellemző (**1. táblázat**):

- a humusztartalom az erdei pontnál nőtt, a 23 db szántón lévő pont átlagában nem változott;
- a kémhatás az erdőben és a szántón is a semleges irányába módosult;
- a NO₃-N és a PK értékek az erdei pontnál, feltehetően az 1992-es évet követő időszakban történt tarvágásra visszavezethetően, jelentősen emelkedtek; a szántókon a jó ellátottsági kategórián belül a P emelkedett, a K csökkent;
- a Zn érték a szántókon jelentősen kisebb;
- a S az erdőben és a szántón is határozottan csökkent.

Gen. szint	K _A	Hum. %		pH-H ₂ O		pH-KCl		y ₁		CaCO ₃	
		'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07
Külső-Somogy - erdő (akácos)											
1	42	1,6	2,2	5,1	5,6	3,8	4,3	25	31	0	0
2	48	0,6		6,3	6,9	5,4	5,9	9,7	9,7	0	0
3	40	0,6		8,3	8,1	7,4	7,3			25	19
4	33	0,6		8,2	8,2	7,5	7,4			17	27
Külső-Somogy - szántó											
1	36	1,2	1,3	6,9	7,4	6,1	6,8	5,6	3,5	0	1,5
2	40	0,6		7,5	7,7	6,4	7,1			2,7	6,1
3	39	0,5		7,9	8,1	7,1	7,3			9,4	15
4	35	0,3		8,3		7,5					

Gen. szint	K _A	NO ₃ -N		P ₂ O ₅		K ₂ O		Na		Mg	
		'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07
Külső-Somogy - erdő (akácus)											
1	42	8	24	40	153	121	138	27	24	138	39
2	48	5,2	5,7		71		146		30		57
3	40	6,6	2,7				85		46		187
4	33	8,5	3,7				67		69		156
Külső-Somogy - szántó											
1	36	11	15	155	235	202	185	34	27	146	114
2	40	4,1	11								

3	39	5,8	6,3								
4	35	6,1									

Gen. szint	K _A	Hum. %		Mn		Zn		Cu		S	
		'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07
Külső-Somogy - erdő (akác)											
1	42	1,6	2,2	182	119	1,3	1,3	2,5	2,7	27	14
2	48	0,6			125		0,5		2,6		5,9
3	40	0,6			9,9		0,2		1,1		4,0
4	33	0,6			6,3		0,1		0,9		4,7
Külső-Somogy - szántó											
1	36	1,2	1,3	181	109	1,8	1,1	3,4	3,1	31	5,4
2	40	0,6									
3	39	0,5									
4	35	0,3									

1. táblázat: Külső-Somogy erdei- és szántón lévő pontok változása

Table 1. Change of forestry and arable sample sites in Külső-Somogy

A Baranyai-dombsághoz tartozó *Zselic* mély völgyekkel, keskeny völgyközi hátakkal jellemezhető kistáj. Területe túlnyomórészt erdősült, kevés szántóművelésbe vont része a növénytermesztés számára kedvezőtlen adottságú, nagyrészt erodált. A dombhátak felszínén a löszös üledéken kialakult agyagbemosódásos barna erdőtalaj a jellemző.

A Zselicre vonatkozó 4 db erdei és 1 db szántóföldi pontra az 1992. évi és a 2007. évi vizsgálati adatok összehasonlítása alapján jellemző (**2. táblázat**):

- a humusztartalom az erdőben nőtt, a szántón nem változott;
- a kémhatás az erdőben a semleges, a szántón a gyengén lúgos irányába módosult;
- a NO₃-N a tarvágott erdők miatt, a kiindulási értékhez képest jelentős;
- a PK értékek az erdőben nem változtak, a szántón csökkentek;
- a Zn értéke a szántón határozottan kisebb lett;
- a S értéke az erdőben és a szántón is jelentősen csökkent.

Gen. szint	K _A	Hum. %		pH-H ₂ O		pH-KCl		y ₁		CaCO ₃	
		'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07
Zselic - erdő (tölgyes és gyertyános)											
1	37	1,9	2,8	5,2	6,0	3,9	4,8	19	23	0	0
2	38	1,3		5,3	5,8	3,7	4,3	21	16	0	0
3	36	0,6		5,6	6,2	3,8	4,0	12	17	0	0
4	42	0,5		6,3	6,8	5,1	5,6	7,4	6,1	0	0
5	37	0,5		7,8	7,7	6,4	6,6			13	20
Zselic – szántó											
1	39	1,0	1,1	6,8	7,8	5,6	7,4	6,4		0	8
2	44	0,6		7,6	8,2	6,7	7,4			0,6	12
3	38	0,3		8,3	8,1	7,4	7,5			16	15
4	32	0,3		8,4		7,5				16	

Gen. szint	K _A	NO ₃ -N		P ₂ O ₅		K ₂ O		Na		Mg	
		'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07
Zselic - erdő (tölgyes és gyertyános)											
1	37	2,2	16	26	31	107	132	26	31	143	140
2	38	1,9	7,3								

3	36	1,8	0,1								
4	42	1,5	0,7								
5	37	1,9	0,2								
Zselic – szántó											
1	39	6,6	1,8	88	92	160	117	24	31	192	247
2	44	3,5	0,9		65		90		42		160
3	38	1,7	0,7		61		85		46		201
4	32	1,5									

Gen. szint	K _A	Hum. %		Mn		Zn		Cu		S	
		'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07
Zselic – erdő (tölgyes és gyertyános)											
1	37	1,9	2,8	107	133	1,9	2,2	1,8	1,7	20	8,7
2	38	1,3									
3	36	0,6									
4	42	0,5									
5	37	0,5									
Zselic – szántó											
1	39	1,0	1,1	161	177	1,1	0,6	2,3	1,2	41	5,7
2	44	0,6							0,8		6,1
3	38	0,3							0,7		5,8
4	32	0,3									

2. táblázat: Zselic erdei- és szántón lévő pontok változása

Table 2. Change of forestry and arable sample sites in Zselic

A Dunántúli-dombsághoz tartozó *Belső-Somogy* középtáj geológiai értelemben futóhomok felszíné formálódott folyóvízi hordalékkúp. A felszíni homokmozgás a jelenkorban (holocén) a több csapadék és az erdősültés következtében megszűnt, csak a szabad felszíni szántókon fordul időnként elő. A táj domináns talajtípusa az iszapos homokon kialakult agyagbemosódásos barna erdőtalaj.

A Belső-Somogyra vonatkozó 2 db erdei és 16 db szántóföldi pont átlagértékeire az 1992. évi és a 2007. évi vizsgálati adatok összehasonlítása alapján jellemző (**3. táblázat**):

- a humusztartalom az erdőben nőtt, a szántón kissé csökkent;
- a kémhatás az erdőben nem változott, a szántó viszont savanyodott, (nagy valószínűséggel, a szántók 1992-es állapotánál még érvényesült a nyolcvanas évtizedben folytatott mésztrágyázási gyakorlat, ami később elmaradt.);
- a NO₃-N a 2 db erdei ponton történt tarvágásra visszavezethetően, a kiindulási értéknél magasabb;
- a szántón a PK értékek változtak, de változatlanul a talajok jó PK ellátottságára utalnak;
- a szántó 1992-es magas Mg értéke a dolomitos mészkőporral végzett korábbi mésztrágyázásra, a 2007-es alacsony érték viszont a mésztrágyázási gyakorlat megszűnésére vezethető vissza;
- a Zn érték a szántón jelentősen kisebb;
- a S értéke mind az erdőben, mind a szántón a negyedére csökkent.

Gen. szint	K _A	Hum. %		pH-H ₂ O		pH-KCl		y ₁		CaCO ₃	
		'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07
Belső-Somogy - erdő (tölgyes és akácos)											
1	27	1,3	2,2	4,9	5,1	3,9	3,8	20,5	23,2	0	0
2	25	1,3		5,3	5,3	3,7	3,9	20,7	16,1	0	0

3	31	0,4		4,8	5,4	3,7	4,1	14,1	11,8	0	0
4	27	0,3		5,1	5,5	3,8	3,9	9,1	11,4	0	0
5	36	0,3		5,6	6,0	4,1	4,4	7,8	10,6	0	0
Belső-Somogy - szántó											
1	30	1,2	1,1	6,9	6,2	6,0	5,2	5,6	7,6	0,8	0
2	35	0,4		6,3	6,2	5,0	5,0	7,0	6,7	0	0
3	38	0,3		6,6	6,6	5,3	5,3	4,2	4,4	0,2	0,3
4	33	0,2		6,9		5,7		3,6		4,6	

Gen. szint	K _A	NO ₃ -N		P ₂ O ₅		K ₂ O		Na		Mg	
		'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07
Belső-Somogy - erdő (tölgyes és akácos)											
1	27	6,9	12	90	116	56	86	25	11	41	12
2	25	1,7	2,8								
3	31	2,9	2,2								
4	27	3,9	1,0								
5	36	2,7	1,0								
Belső-Somogy - szántó											
1	30	11	11	161	187	213	171	36	22	154	15
2	35	2,5	8,8								
3	38	3,7	5,0								
4	33	5,6									

Gen. szint	K _A	Hum. %		Mn		Zn		Cu		S	
		'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07
Belső-Somogy - erdő (tölgyes és akácos)											
1	27	1,3	2,2	38	76	0,85	0,69	0,75	0,72	34	9,8
2	25	1,3									
3	31	0,4									
4	27	0,3									
5	36	0,3									
Belső-Somogy - szántó											
1	30	1,2	1,1	107	123	1,9	1,2	1,8	1,7	33	8,7
2	35	0,4									
3	38	0,3									
4	33	0,2									

3. táblázat: Belső-Somogy erdei- és szántón lévő pontok változása

Table 3. Change of forestry and arable sample sites in Belső-Somogy

A *Marcali-hát* Belső-Somogyhoz tartozó, de természeti adottságaiban (domborzat, felszíni talajképző közet) attól határozottan eltérő kistáj. Talajtakarója a löszös üledéken kialakult agyagbemosódásos barna erdőtalaj.

A *Marcali-hát*ra vonatkozó 3 db erdei és 3 db szántóföldi pont átlagértékeire az 1992. évi és a 2007. évi vizsgálati adatok összehasonlítása alapján jellemző (**4. táblázat**):

- a humusztartalom az erdőben nőtt, a szántón nem változott;
- a kémhatás az erdőben nem változott, a szántó gyengén savanyodott, ami a Belső-Somogyra vonatkozó megállapításhoz hasonlóan, a mésztrágyázás elmaradására vezethető vissza;
- a PK értékek az erdőben nem változtak, a szántón a P csökkent, a K nőtt;
- a Zn értéke a szántón határozottan csökkent;

- a S értéke az erdőben és a szántón is jelentősen, harmadára csökkent.

Gen. szint	K _A	Hum. %		pH-H ₂ O		pH-KCl		y ₁		CaCO ₃	
		'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07
Marcali-hát - erdő (tölgyes és gyertyános)											
1	37	1,4	1,6	5,1	5,0	3,7	3,6	24	37	0	0
2	42	0,4		6,2	5,9	5,4	4,0	12	20	0	0
3	45	0,5		5,9	6,0	4,4	5,9	14	8,6	0	0
4	39	0,4		7,7	7,5	6,6	6,6			13	6
5	37	0,3		8,4	8,1	7,4	7,3			17	15
Marcali-hát – szántó											
1	38	1,2	1,2	6,9	6,6	6,0	6,1	4,5	4,4	0	0
2	38	0,5		7,1	6,8	5,6	5,9	3,2	4,9	0,2	0
3	42	0,4		7,3	7,3	6,1	6,1			0,3	0,1
4	39	0,3		8,0		7,2				10	

Gen. szint	K _A	NO ₃ -N		P ₂ O ₅		K ₂ O		Na		Mg	
		'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07
Marcali-hát - erdő (tölgyes és gyertyános)											
1	37	2,7	6,5	118	121	95	137	26	28	101	21
2	42	2,4	0,1								
3	45	2,1	0,3								
4	39	2,1	0,3								
5	37	2,1	0,3								
Marcali-hát – szántó											
1	38	8,9	13,2	134	98	203	234	30	29	158	150
2	38	2,9	6,4								
3	42	2,4	2,7								
4	39	5,1									

Gen. szint	K _A	Hum. %		Mn		Zn		Cu		S	
		'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07	'92	'07
Marcali-hát - erdő (tölgyes és gyertyános)											
1	37	1,4	1,6	179	116	2,0	2,3	1,6	1,8	27	12
2	42	0,4									
3	45	0,5									
4	39	0,4									
5	37	0,3									
Marcali-hát - szántó											
1	38	1,2	1,2	165	111	2,0	1,4	2,9	3,9	32	6,7
2	38	0,5									
3	42	0,4									
4	39	0,3									

4. táblázat: Marcali-hát erdei- és szántón lévő pontok változása

Table 4. Change of forestry and arable sample sites in Marcali-hát

Összefoglalva a barna erdőtalajok zónájához tartozó Somogy megyei tájegységek TIM pontjainak 1992. évi kiinduláskori és 2007. évi átlagolt adatainak összehasonlításából levont következtetéseket, megállapítható:

- az erdei pontokon a humusztartalom nőtt, a szántón lévő pontokon nem változott;

- a löszös üledéken kialakult talajok savanyú kémhatása enyhült, a homokon lévő talajok viszont savanyodtak;
- a $\text{NO}_3\text{-N}$ és a PK értékek jelentős növekedése a tarvágott erdei pontok esetében állapítható meg;
- a szántón lévő pontok 1992. évi kiinduláskori PK átlagértékei 2007-re kisebb-nagyobb mértékben változtak, de alapjában az ellátottsági kategórián belül maradtak;
- a Zn értéke az erdei pontokon nem, a szántón lévő pontokon jelentősen csökkent, feltehetően a kukorica vetésszerkezeten belüli magas aránya miatt;
- a S értéknek az erdei és szántó pontokon bekövetkezett nagyarányú csökkenése a környezetből és a műtrágyahasználatból származó kénutánpótlás elmaradására vezethető vissza.

Irodalomjegyzék

- Pécsi, M. 1981: A Dunántúli-dombság. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Várallyai Gy., Hartyányi M., Marth P., Molnár E., Podmaniczky G., Szabados I., Kele G. 1995: Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer 1. kötet, Módszertan. Földművelésügyi Minisztérium, Budapest.

Abstract

CHANGE OF BROWN FOREST SOILS BASED ON THE EXAMINATION OF THE SOIL PROTECTION MONITORING SYSTEM IN SOMOGY COUNTY

ANDRÁS MARKÓ and ATTILA LABANT

Plant and Soil Protection Service of Somogy County
H-7400 Kaposvár, Guba Sándor st. 20, Hungary, e-mail: markoa@ontsz.hu, labanta@ontsz.hu

Changes in the soils of the forests and in the cropland of the various nature-geographical units in Somogy County were studied by data base of the Soil Conservation Information and Monitoring System. The soils in Somogy County belong to the zone of the brown forest soil. In the study the basic soil examination data (humus content, $\text{pH-H}_2\text{O}$, pH-KCl , hydrolytic acidity and total carbonate) as well as few nutrient elements - soluble $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{AL-P}_2\text{O}_5$, $\text{AL-K}_2\text{O}$, Na, Mg, Mn, Zn, Cu and S having been measured in 1992 – the initial values – and 2007 were compared and the changes were determined. Our conclusions: evaluation completed on the basis of nature-geographical units reflects the pedological deviations (chemical reaction and acidity); the differences resulting from forest utilisation and field cultivation (getting humus, chemical reaction and Zn value); tendency of the PK nutrient supply in the cropland and modification of the environmental effects (significant decrease in S stock).

A TALAJERŐ-GAZDÁLKODÁS JAVÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

CENTERI CSABA

Szent István Egyetem, Környezet és Tájgazdálkodási Intézet, Természetvédelmi és Tájökológiai
Tanszék

2103 Gödöllő, Páter K. u. 1., e-mail: Centeri.Csaba@kti.szie.hu

Összefoglalás

Az egyik leggyakrabban hangoztatott tény a hazai talajokkal kapcsolatban, hogy a talaj hazánk egyik legfontosabb, feltételesen megújítható természeti erőforrása. Az erőforrás védelmére fordított figyelem ugyanakkor nem áll arányban annak fontosságával. Az intenzív mezőgazdálkodás következtében gyakran szenved csorbát a Stefanovits-féle talajvédelmi tízparancsolat. Sok hazai és külföldi szakember megállapította, hogy már elegendő tudás áll rendelkezésünkre a megfelelő talajvédelmi eljárások vagy éppen a tápanyag-gazdálkodás megtervezéséhez, valamint a talajpusztító folyamatok kiküszöböléséhez, a gyakorlati megvalósítás azonban várat magára. Az 1989 előtti években nagy hangsúlyt fektettünk a mezőgazdasággal kapcsolatos kutatásokra, így a talaj és a talaj védelme is nagyobb támogatottsággal bírt. A termelősövetkezetek jelentős támogatást kaptak a műtrágyák kijuttatására, meszezésre, szikes és savanyú talajok javítására stb. Az 1990-es évek elején azonban alaposan lecsökkent, néhol gyakorlatilag megszűnt az erre fordítható vagy fordított forrás nagysága. Ez részben a privatizációnak, illetve az azt megelőző erőltetett termelősövetkezeti struktúra kialakításának is köszönhető volt. Mára az ország egy jelentős részén tisztázódtak a tulajdonviszonyok, és a műtrágya-felhasználás sem drámaian alacsony már. A talajerővel történő gazdálkodás egyik sarokpontja a gyakorlati talajvédelmi és talajjavítási lehetőségek megvalósítása. A talajt nyilvánvalóan a kifizetődő termelés fenntartásával kell megővni, ugyanakkor ügyelni kell arra is, hogy a környezeti feltételeknek megfelelő tájhasználat történjen. Ez egyben azt is jelenti, hogy nem szabad minden áron, mindenhol szántó művelést folytatni. A megfelelő gazdálkodás segítheti a természet- és a környezetvédelmet, és a vidéki lakosság több lábon álló megélhetésének a megteremtését is. Ez a kézirat nem szolgálja az „Élhető vidékért 2010 Környezetgazdálkodási Konferencia” „Talajerő-gazdálkodási” szekciójának pontról pontra történő összefoglalását, inkább egy-két gondolatébresztő felvetéssel szolgál a témában, és mégis, részben kitér azokra a főbb problémakörökre, amelyek a szekció munkája során felvetődtek. Jelenleg az USLE modellel 2000-ben készített digitális országos (regionális tervezéshez) eróziós térképet, és annak felhasználási lehetőségeit mutatom be. A további felhasználási lehetőségeket példázza a parcellaszintű számítás Pilismarót környékén. A fő célkitűzés az lenne, hogy a térkép és a bemutatott módszer segítségül szolgálhasson a talaj és a tápanyagok veszteségének elkerüléséhez, a talajvédelmi tervezés megalapozásához.

Kulcsszavak: talaj, erózió, talajvédelem, talajvesztesség, tápanyagvesztesség

Bevezetés

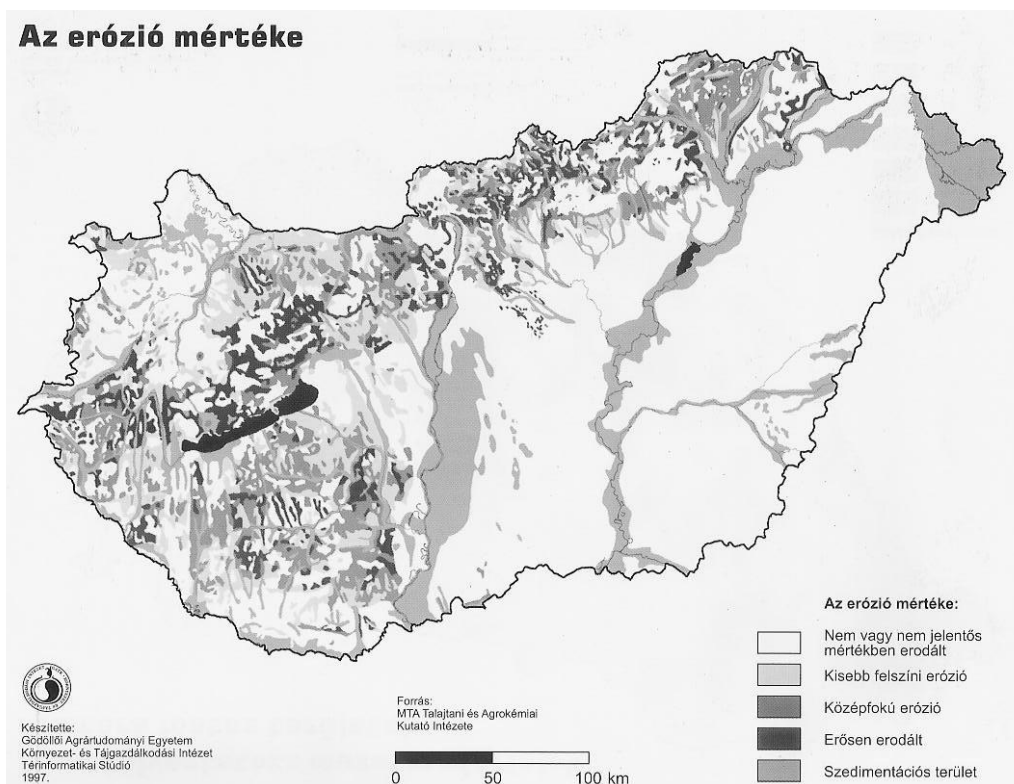
A Magyar Tudományos Akadémia megalakulása óta az akadémiai kutatóintézetek jelentős szerepet töltek be az állami feladatok ellátásában. Ezek közé tartozott pl.:

1. A belvízzel és árvízzel sújtott területek feltérképezése (amellyel elkerülhető lenne, hogy ezekre a területekre építési engedélyt adjon az illetékes hatóság, illetve az ezeken történő mindenáron történő intenzív gazdálkodás sem feltétlenül támogatandó).
2. A talajdegradáció különböző formáinak megjelenésének feltérképezése (amely jelentős segítség a földhasználóknak és döntéshozóknak a tájhasználat és a vetésforgók kialakításánál, a mezőgazdasági művelésre alkalmatlan területek lehatárolásánál).

3. Az ország számára jelentős haszonnal járó bányászható ásványkincsek és kőzetek előfordulásának feltérképezése stb.

Jelenleg alapvetően a talajtani információkkal foglalkozunk. Nézzünk erre is néhány példát, arra vonatkozóan, hogy milyen talajjal, és annak védelmével kapcsolatos információk léteznek. Néhány ide vonatkozó példa a teljesség igénye nélkül (Várallyay, 2003):

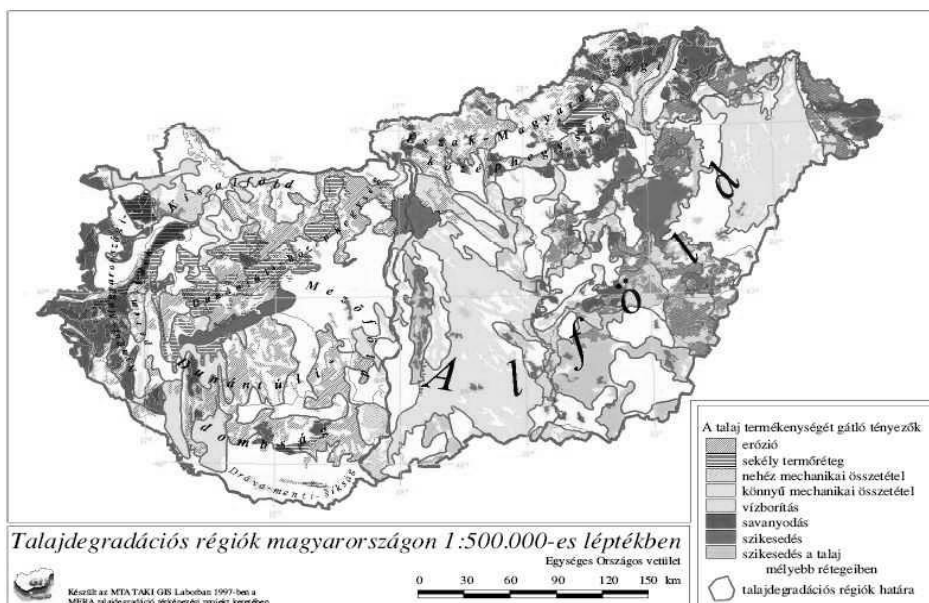
- Magyarország talajainak érzékenysége, víz és/vagy szél okozta talajerózióval szemben (1:500 000) (Stefanovits és Duck, 1964; Stefanovits, 1992) (**1. ábra**);



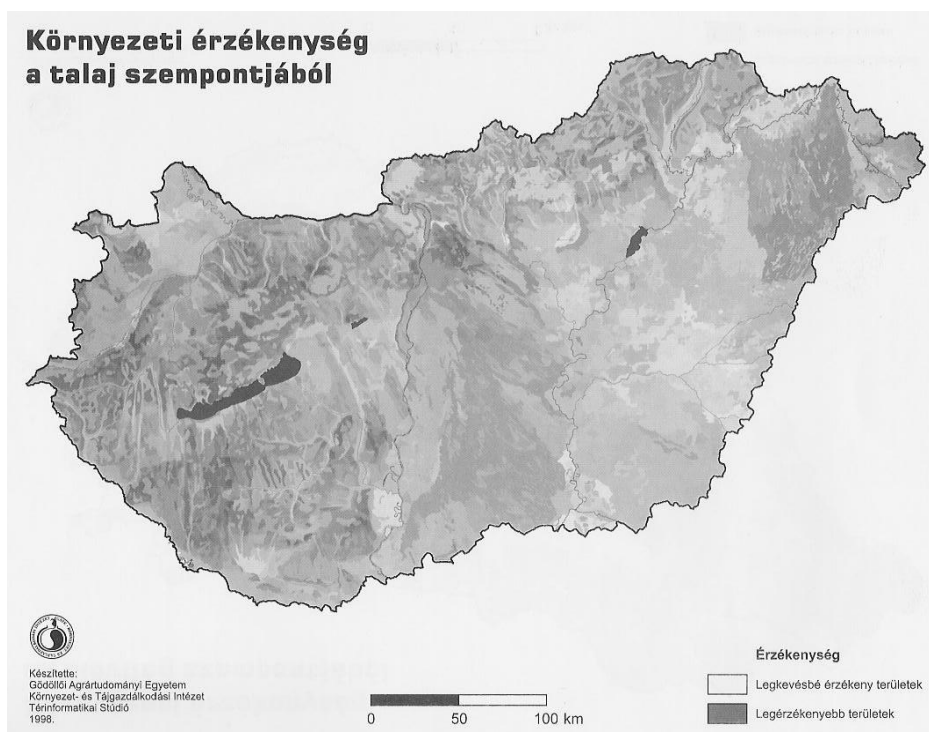
1. ábra: Talajerózió mértéke Magyarországon (Stefanovits és Duck, 1964)

Figure 1. Soil erosion in Hungary (Stefanovits és Duck, 1964)

- Magyarország talajainak érzékenysége szikesedéssel szemben (1:500 000, 1:100 000, 1:25 000) (Szabolcs et al. 1969);
- A hazai talajdegradáció formái és területi megjelenésük (Szabolcs és Várallyay, 1978) (**2. ábra**);
- Magyarország talajainak érzékenysége savanyodással szemben (1:500 000, 1:100 000, 1:25 000) (Várallyay et al. 1989);
- Magyarország talajainak érzékenysége fizikai degradációval tömörödéssel és szerkezetleromlással szemben (1:500 000) (Várallyay, 1996; Várallyay és Leszták 1990);
- Magyarország talajainak és felszínközeli vízkészleteinek sérülékenysége, illetve terhelhetősége bizonyos szennyező anyagokkal szemben (Kádár, 1995),
- Magyarország környezeti érzékenység térképe talajok szempontjából (Ángyán, 2003; Ángyán et al., 1998) (**3. ábra**);



2. ábra A hazai talajdegradáció formái és területi megjelenésük (Szabolcs és Várallyay, 1978)
Figure 2. Soil degradation forms and actual appearance in Hungary
(Szabolcs and Várallyay, 1978)



3. ábra Magyarország környezeti érzékenység térképe talajok szempontjából
(Ángyán, 2003; Ángyán et al., 1998)
Figure 3. Environmental sensitivity map of Hungary from pedological point of view
(Ángyán, 2003; Ángyán et al., 1998)

- Magyarország talajainak (területeinek) érzékenysége szélsőséges vízháztartási helyzetekkel (árvíz; belvíz; túl nedves talajállapot; szárazság, aszály) szemben (Várallyay, 2001);
- Magyarországi területek talajainak érzékenysége különböző tápanyagterheléssel szemben (nitrát, foszfor stb.) (Flachner et al. 2002);
- Magyarországi talajok szennyező anyagokkal történő terhelhetősége (potenciálisan káros elemre vonatkozó specifikus terhelhetőség határértékek).

A fentiekhez hasonló elemzések állnak rendelkezésre a Talajvédelmi Információs és Monitoring rendszer (Marth és Karkalik, 2004) terepi vizsgálatai alapján is.

Anyag és módszer

Az eddig ismertetett térképek jól példázzák, hogy milyen sokrétű információ birtokában vagyunk. Mégis, sok terepi mérés már legalább 40 éves, és országos szintű elemzés friss információk alapján meglehetősen ritka. A cikkben éppen ezért az USLE modell egész Magyarország területére 2000-ben elkészített térképét szeretném ismertetni.

A modell régóta ismert, egyenlete a következő:

$$A = R * K * L * S * C * P, \text{ ahol}$$

A = az átlagos éves talajvesztés egységnyi területen ($t * ha^{-1} * év^{-1}$);

R = az esőtényező (erozivitás), a helyileg várható záporok erózió-potenciálja megművelt, de bevetetlen talajon ($MJ * mm * ha^{-1} * h^{-1} * év^{-1}$) (Forrás a számításhoz: Thyll erozivitás index térképe);

K = a talaj erodálhatóságát kifejező tényező ($t * ha * h * ha^{-1} * MJ^{-1} * mm^{-1}$) (Forrás a számításhoz: Agrotopográfiai térkép, 1:100 000);

L = a lejtőhosszúság tényezője, a talajvesztés aránya a 22,13 m hosszúságú lejtőhöz viszonyítva (viszonyszám) (Forrás a számításhoz: Magyarország, DTM, 1:100 000);

S = a lejtőhajlás tényezője, a talajvesztés aránya 9%-os lejtőhöz viszonyítva (viszonyszám) (Forrás a számításhoz: Magyarország, DTM, 1:100 000);

C = a növénytermesztés és gazdálkodás tényezője, a talajvesztés aránya a különböző talajfedettség és gazdálkodásmód esetén a fekete ugaréhoz viszonyítva (viszonyszám) (Forrás a számításhoz: Corine Land Cover, 1:100 000);

P = a talajvédelmi eljárások tényezője, a talajvesztés aránya vízszintes, sávos vagy teraszos művelés esetén a lejtőirányú műveléshez viszonyítva (viszonyszám) (ilyen térkép nem áll rendelkezésre Magyarországra vonatkozóan, vagy azt is mondhatjuk, hogy ritka az olyan terület, ahol talajvédelmi beavatkozás van és megjeleníthető 1:100 000-es méretarányban) (Centeri, 2002).

A modell segítségével lehetőség nyílik arra, hogy a gazdálkodó a saját területére kiszámítsa a talajvesztés értékét, mégpedig különböző felszínborításokra, vagy akár vetésforgókra vonatkozóan is. Ezt egy kisebb területre vonatkozóan szeretném bemutatni pilismaróti mérések alapján. 5 területről vettem talajmintát, 3 minta Pilismarót és Dömös között található szántóföldről származik, míg egy minta a Pilismarót és Esztergom között elhelyezkedő párhuzamos lejtős területről.

A mintaterületek kiválasztásának szempontjai a következők voltak:

1. A terület szántó művelés alatt álljon.
2. A lejtés kb. 5 és 12 % között legyen.
3. Legyen lehetőség különböző haszonnövények egymás melletti vizsgálatára.
4. A talajtípusok essenek ugyanabba a főtípusba.

A vizsgált területeim lejtős területek voltak, amelyeknek a felső, a középső és az alsó harmadát vizsgáltam (továbbiakban: LFH = Lejtő Felső Harmada, LKH = Lejtő Középső Harmada, LAH = Lejtő Alsó Harmada). A lejtőharmadok felosztása a Talajvédelmi Információs és Monitoring rendszer (Várallyay et al., 1995; Marth és Karkalik, 2004) módszertana alapján történt.

A talajminták előkészítését és a laboratóriumi vizsgálatokat Buzás (1988, 1993) talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerekönyvei alapján a SZIE-KTI Természetvédelmi és Tájökológiai Tanszék Talajtani, Vízteni és Növényteni Laboratóriumában végeztem. Az Arany-féle kötöttség mérése fonálpróbával, a pH mérése elektrometriás módszerrel, a CaCO_3 mérése Scheibler-féle kalciméterrel, a humusz mérése Tyurin-féle módszerrel, az ammónium-laktát oldható P_2O_5 és K_2O mérése pedig Filep (1999) módszerével történt.

Az egyenlet segítségével, a bemeneti paramétereket (**1. táblázat**) részben a helyszínen mérve (L és S tényező), részben a modell útmutatóját használva, manuálisan számoltam ki a talajvesztéséget. A bemeneti paraméterek egy része (C és P tényező) a gazdálkodó által is megváltoztatható, így ő maga is befolyásolhatja az erózió mértékét ezeken keresztül.

A talajvesztés értékét a talaj tápanyag- és humusztartalmával kombinálva kiszámítható az is, hogy az adott talajvesztés mekkora tápanyagvesztéssel jár. A vizsgálat során erre is sort kerítettünk.

Az USLE modell tényezői	1. minta-terület	2. minta-terület	3. minta-terület	4. minta-terület	5. minta-terület
R tényező	825	825	825	825	825
K tényező	0,0381	0,0097	0,0097	0,0381	0,0381
L tényező	2,61	2,61	2,61	3,01	3,01
S tényező	1,17	1,17	1,17	1,35	1,35
C tényező	0,25	0,25	0,1	0,1	0,5
P tényező	1	1	1	1	1

2. táblázat. Bemeneti paraméterek az USLE modell használatához

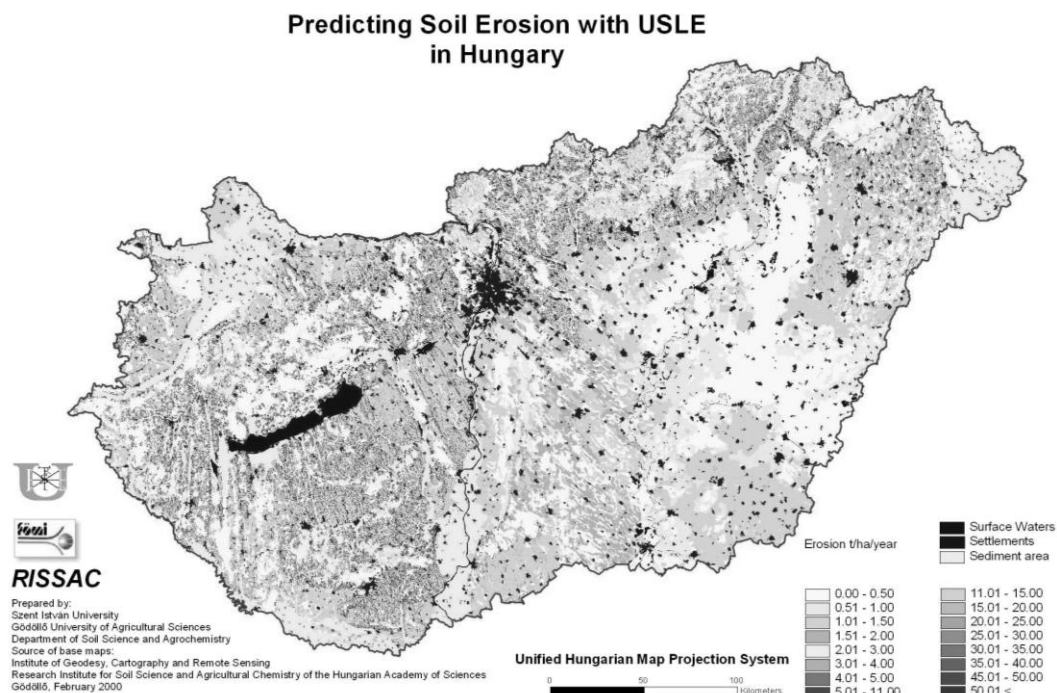
Table 2. Input parameters for using the USLE model

A táblázatban a 2 éves visszatérési gyakoriságú csapadékok R-tényezői láthatók. Ezen kívül számításokat végeztem 4 (R=1050), 7 (R=1240), 10 (R=1500) illetve 20 (R=1900) éves visszatérési gyakoriságú csapadékokkal is, amely minden mintaterület esetében megegyezik.

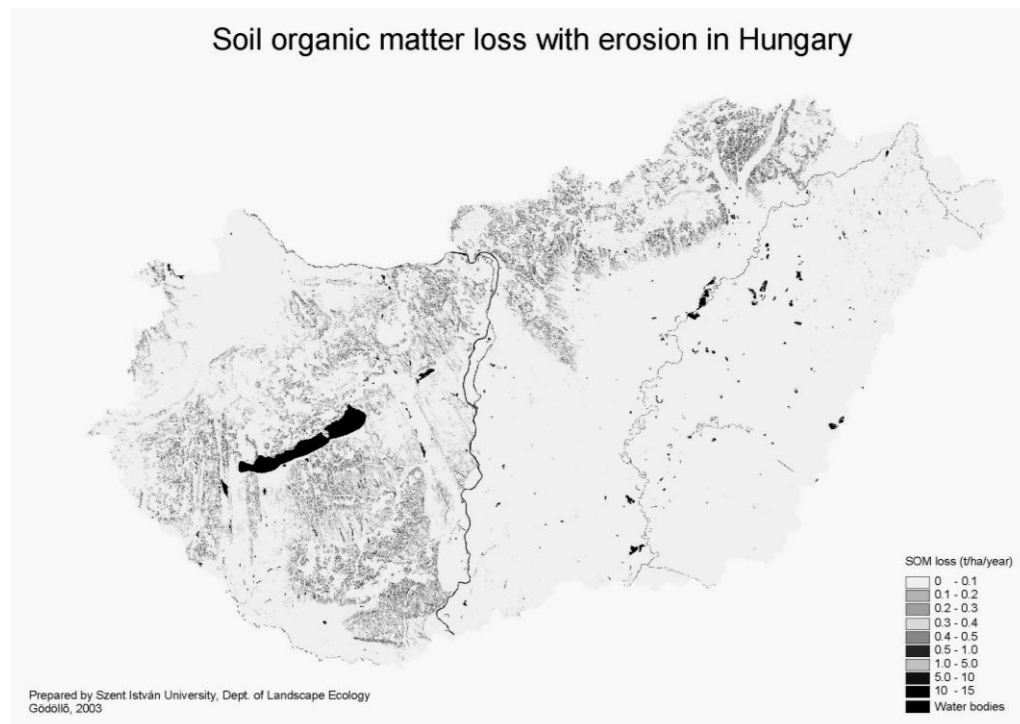
Eredmények

Az USLE modellel történő számítás eredménye az ország egész területére vonatkozó talajvesztés térkép (**4. ábra**). A szántóföldeken mindenhol kukorica növényre készült a modellezés. A többi felszínborítás típus mind a saját értékét kapta (pl. lombos erdő, tülevelű erdő stb.). Fontos megjegyezni, hogy az USLE modell nem alkalmas a szedimentáció becslésére, a szedimentált területek a talajtípusok alapján lettek kijelölve (pl. nyers és humuszos öntéstalajok, öntés réti talajok, lápos réti talajok stb.). A területi statisztikát a **3. táblázat** mutatja be.

Az Európai Unió „Soil Thematic Strategy, TWG Soil Erosion, Task 4. Measures and policy instruments to address soil erosion: prevention and remediation, 4.1. Measures to combat soil erosion” projekt keretében elkészült hazánk vízerózió által okozott humuszvesztés térképe (**5. ábra**). A térkép készítésének alapjául az USLE modellel készített talajvesztés térkép és az Agrotopográfiai térkép segítségével készült szervesanyag-tartalom térkép szolgált.



4. ábra Magyarország talajveszteség térképe (Centeri és Pataki, 2000; Pataki 2000)
Figure 4. Soil loss map of Hungary (Centeri és Pataki, 2000; Pataki 2000)



5. ábra Magyarország szervesanyag-veszteség térképe
Figure 5. Soil organic matter loss of Hungary

Magyarország területének 98,6 %-a a 0-1 t * ha⁻¹ * év⁻¹ szervesanyag-veszteség kategóriába tartozik.

Talajveszteség (t * ha ⁻¹ * év ⁻¹)	Terület (ha)	Terület (%)
0–2	6323993	85,50
2–11	742670	10,05
11–	329401	4,45
Talajfelszín*	7396064	100
Szedimentált területek, települések és felszíni	1897425	20,41
Az ország területe	9294455	100

*szedimentált területek, települések és felszíni vizek nélkül

3. táblázat Talajveszteség kategóriák és a hozzájuk tartozó terület nagysága kukoricával történő modellezés esetén a szántóföldeken egész Magyarországra vonatkozóan

Table 3. The soil loss categories and their distribution in case of corn on arable lands for the whole area of Hungary

Az országos modellezés után nézzünk egy részletesebb, kisebb területre vonatkozó talaj- és tápanyagveszteség számítást.

A pilismaróti területek talaj és tápanyagveszteségének modellezése az USLE modellel

Az Egyetemes Talajvesztési Egyenlet (USLE) segítségével kiszámoltam a mintaterületek talajveszteségeinek az értékeit (t ha⁻¹ év⁻¹). Az alapvető talajtani paraméterek laboratóriumi elemzése lehetőséget adott arra, hogy az eróziós talajveszteségből kiszámítsam a tápanyagok (K₂O, P₂O₅), valamint a humusztartalom-veszteséget is (**4–6. táblázat**). A **4. táblázat** a talaj K₂O-tartalmát, a talajveszteség és az azzal együtt elhordódó K₂O-veszteség mértékét mutatja az öt vizsgált mintaterületen.

Mintaterületek	Talajveszteség	Átlagos K ₂ O-tartalom	K ₂ O-veszteség
	(t ha ⁻¹ év ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)
1. mintaterület	23,93	185,73	4,45
2. mintaterület	6,10	195,93	1,19
3. mintaterület	2,44	183,13	0,44
4. mintaterület	12,77	181	2,31
5. mintaterület	63,86	179,33	11,45

4. táblázat. Az USLE egyenlet alapján számított talajveszteség értékek, valamint a talajveszteség értékek és a talaj K₂O tartalma alapján számított K₂O veszteségek értékei

Table 4. Soil loss values calculated with USLE and K₂O loss calculations based on the soil loss values and the K₂O content of the examined soil

Az **5. táblázat** a talaj P₂O₅-tartalmát, a talajveszteség és az azzal együtt elhordódó P₂O₅-veszteség mértékét mutatja. Mivel az 5 terület el a talaj foszfortartalma nem volt túlságosan nagy, illetve mivel a talajveszteség mértéke csak az 5. számú mintaterületen volt viszonylag magas (63,86 t ha⁻¹ év⁻¹), ezért a foszforveszteség sem volt túlságosan nagy, a legnagyobb érték 3,02 kg ha⁻¹ volt.

A **6. táblázat** a talaj szervesanyag-tartalmát, az USLE egyenlet alapján számított talajveszteség értékeket, valamint az azzal elhordódó szerves anyag mennyiségét mutatja be. Itt már egy kicsit nagyobb a talaj szerves anyagát érintő veszteség, szemben a korábban kiszámolt foszforveszteséggel. A 63,86 t talaj elvesztésével, ha abban 1,57% humusz van, az kivédhetetlenül több mint egy tonna szervesanyag-veszteséggel jár.

Mintaterületek	Talajvesztesség	Átlagos P ₂ O ₅ -tartalom	P ₂ O ₅ -vesztesség
	(t ha ⁻¹ év ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)
1. mintaterület	23,93	75,43	1,81
2. mintaterület	6,10	100,76	0,61
3. mintaterület	2,44	68,16	0,16
4. mintaterület	12,77	50,4	0,64
5. mintaterület	63,86	47,4	3,02

5. táblázat. Az USLE egyenlet alapján számított talajvesztesség értékek, valamint a talajvesztesség értékek és a talaj P₂O₅-tartalma alapján számított P₂O₅-vesztességek értékei

Table 5. Soil loss values calculated with USLE and P₂O₅ loss calculations based on the soil loss values and the P₂O₅ content of the examined soil

Mintaterületek	Talajvesztesség	Átlagos szervesanyag-tartalom	Szervesanyag- vesztesség
	(t ha ⁻¹ év ⁻¹)	(%)	(kg ha ⁻¹)
1. mintaterület	23,93	1,35	323,94
2. mintaterület	6,10	1,49	91,02
3. mintaterület	2,44	1,47	35,91
4. mintaterület	12,77	1,38	176,3
5. mintaterület	63,86	1,57	1002,63

6. táblázat. Az USLE egyenlet alapján számított talajvesztesség értékek, valamint a talajvesztesség értékek és a talaj SOM-tartalma alapján számított SOM-vesztességek értékei

Table 6. Soil loss values calculated with USLE and SOM loss calculations based on the soil loss values and the SOM content of the examined soil

A humusz az egyik legértékesebb talajalkotó, így ilyen mértékű veszteségét nem engedheti meg magának egyetlen gazdálkodó sem.

Megvitatás

A hazai helyzetet tekintve megállapíthatjuk, hogy hazánk talajtani adatbázisokkal és térképekkel kiválóan ellátott! A kor követelményeinek megfelelő Talajvédelmi Információs és Monitoring rendszer alaposan átgondolt, és fontos adatokat szolgáltatathatna, azonban akadozva működött az elmúlt közel két évtizedben, és az eróziót mérő helyszínek száma is igen alacsony (összesen 18). Az alkalmazott USLE eróziós modell alkalmas a talaj- és tápanyagvesztések kiszámítására, ami fontos adatokat szolgáltathat azoknak a gazdálkodóknak, akik a talaj- és tápanyagvesztések mennyiségét csökkenteni akarják.

Irodalom

- Ángyán J. 2003: A környezet- és tájgazdálkodás agroökológiai, földhasználati alapozása (Magyarország integrált földhasználati zónarendszerének kialakítása), MTA doktori értekezés, Gödöllő, kézirat. 134 p.
- Ángyán J., Fésüs I., Németh T., Podmaniczky L., Tar F. (szerk.) 1998: Magyarország földhasználati zónarendszerének kidolgozása a mezőgazdasági EU-csatlakozási tárgyalások megalapozásához. Alapozó modellvizsgálatok III. Készült: az FM Agrárkörnyezeti, Erdészeti, Biogazdálkodási és Vadgazdálkodási EU Harmonizációs Munkacsoport megbízása alapján, Gödöllő. 78 p.
- Buzás I. 1993: Talaj és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 1. INDA 4231 Kiadó, Budapest. 357 p.
- Buzás I. 1988: Talaj és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 243 p.

- Centeri, Cs. 2002: Az általános talajvesztesség becslési egyenlet (USLE) K tényezőjének vizsgálata. Ph. D. értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő. 162 p.
- Centeri, Cs., Pataki, R. (2000): Erosion map of Hungary. Proceedings of the Conference on Environmental Management of the Rural Landscape in Central and Eastern Europe. p. 20–22.
- Filep Gy. 1999: Talajtani alapismeretek. I-II. DATE Egyetemi jegyzet.
- Flachner Zs., Németh, T., Tóth, R. (szerk.) 2002: A légszennyezés környezeti hatásainak elemzése és elméleti háttér. KÖM-MTA, Budapest.
- Kertész, Á., Centeri, Cs. 2006: Hungary. In: Boardman, J., Poesen, J. (eds) Soil erosion in Europe. John Wiley & Sons, Ltd, London. p. 139–153.
- Marth, P., Karkalik, A. 2004: A Talajvédelmi Információs és Monitoring (TIM) rendszer módszertana, működése, informatikai rendszere. Budapest. 29 p. (www.kep.taki.iif.hu/file/Talaj_Marth.doc elérés: 2010-12-12)
- Pataki, R. 2000: Talajerózió modellezése térinformatikai módszerekkel. Diploma Dolgozat, Gödöllő, 61 p.
- Stefanovits, P. 1992: Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Stefanovits, P., Duck, T. 1964. Talajpusztulás Magyarországon. OMMI Budapest.
- Várallyay, Gy. 1989: Soil degradation processes and their control in Hungary. Land Degradation and Rehabilitation, 1: 171–188.
- Várallyay, Gy. 1996: Magyarország talajainak érzékenysége szerkezetleromlásra és tömörödéssre. Környezet- és Tájgazdálkodási Füzetek, 2: 15–30.
- Várallyay, Gy. 1996: Magyarország talajainak érzékenysége szerkezetleromlásra és tömörödéssre. Környezet- és Tájgazdálkodási Füzetek, 2: 15–30.
- Várallyay, Gy. 2003: A talajok környezeti érzékenységének értékelése. Tájökológiai Lapok, 1(1): 45–62.
- Várallyay, Gy., Leszták, M. 1990: Susceptibility of soils to physical degradation in Hungary. Soil Technology, 3: 289–298.
- Várallyai Gy., Hartványi M., Marth P., Molnár E., Podmaniczky G., Szabados I., Kele G. 1995: Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer 1. kötet, Módszertan. Földművelésügyi Minisztérium, Budapest.

Abstract

POSSIBILITIES OF IMPROVING THE MANAGEMENT OF NUTRIENT PROVIDING CAPACITIES

CSABA CENTERI

Szent István University, Inst. Of Enviromental and Landscape Ecology, Dept. Of Nature Conservation and Landscape Ecology
2103 Gödöllő, Páter K. u. 1., e-mail: Centeri.Csaba@kti.szie.hu

One of the most often repeated facts about Hungarian soils is that soil is one of the most important, conditionally renewable natural resources of Hungary. The attention towards its protection is not proportional with its importance. Due to intensive farming the ten commandments of Stefanovits often suffers from neglecting. Numerous Hungarian and foreign scientists have stated that we have enough knowledge to plan sufficient soil protection measures or fertilization and to avoid soil protection processes; however its practical introduction is awaited. Before 1989 we laid big emphasis on agriculture related researches thus for soil and soil protection had bigger attention. Cooperatives received tremendous subsidies for fertilizing, liming, improving salty or acid soils etc. At the beginning of the 1990's these sources reduced and sometimes ceased. This is partly due to privatization, and partly its antecedent forced creation of the cooperative structure. Until today most

of the owner structure of Hungary is cleared and fertilizer use is not dramatically low any more. One of the crucial points of the management with soil resources is the making of practical soil protection and soil improvement. Soil obviously has to be protected with the maintenance of the economically viable production but attention towards environmentally wise land use has to be paid. This also means that the “production at any price” and “arable land everywhere” should not be forced. Good farming can help nature conservation and environmental protection and the foundation of livelihood on more pillars for the rural population. This article does not want to summarize the “Soil resource management” section of the „For a viable countryside 2010 Environmental Management Conference” point by point but rather to provide some thoughts-provoking ideas in the subject and still, partly sidetrack on main problematic issues mentioned during the work of the section. Detailed description of the section’s problematic issues can be read in the next articles. In the present article I wish to introduce the digital, national (regional problems and planning) soil erosion map – prepared with USLE model – of Hungary from 2000 and its possible uses. Further possibilities of use are introduced with the parcel size calculations near Pilismarót. The main objective is that the map and the introduced map should serve as a tool to avoid soil and nutrient loss and the help soil protection plans.

Vízészlet-gazdálkodás szekció

SÍKVIDÉKI TERÜLETEINK BELVÍZPROBLÉMÁI, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A 2010. ÉVI TAPASZTALATOKRA

PÁLFAI IMRE

Alsó-Tisza vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság
6720 Szeged, Stefánia 4., e-mail: palfai.imre@gmail.com

Összefoglalás

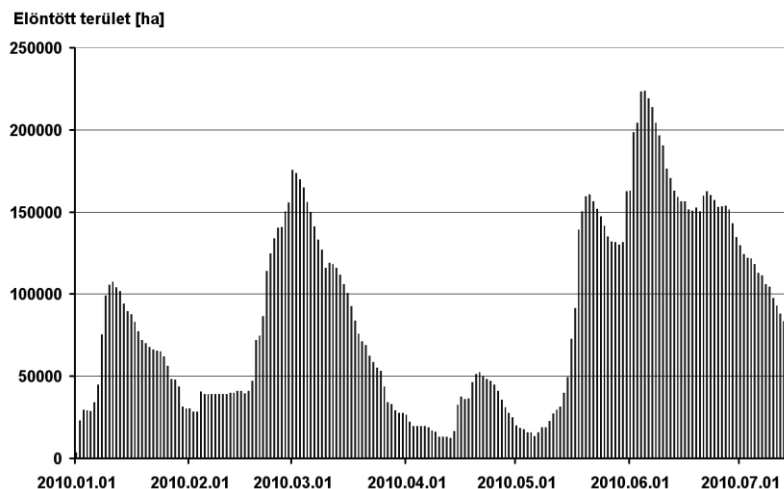
Magyarország síkvidéki területeinek sajátos természeti jelensége a belvíz, mely egyes években nagy területeket önt el, és súlyos károkat okoz. 2010-ben rendkívüli belvízhelyzet alakult ki az Alföldön és a Dunántúlon egyaránt. Bár a téli-korlatavaszi időszakban is hatalmas terület (175 000 hektár) került víz alá, az igazi meglepetést és rendkívüliséget a későtavaszi-nyári belvíz okozta, mely 223 000 hektárt borított el. A 2010. évihez mérhető téli-korlatavaszi belvíz átlagosan öt-hat évenként fordul elő, az idei későtavaszi-nyári belvíz átlagos visszatérési ideje viszont negyven év. Ennél súlyosabb nyári belvíz utoljára 1940-ben fordult elő! A 2010. évi összes elöntés, mivel a belvíz tavasszal és nyáron nem egészen ugyanott keletkezett, mintegy 280 000 hektárra tehető. Az elöntések több mint fele szántó-, ezen belül nagyobb részt vetésterületet sújtott. A téli-korlatavaszi belvizet – a kiadós előkészítő csapadékok után – esővel kísért hóolvadás, a későtavaszi-nyári belvizet a több hullámban ismétlődő rendkívül heves májusi-júniusi esőzés váltotta ki, elhúzódását szeptemberig az ugyancsak csapadékos júliusi-augusztusi időjárás okozta. A Kárpát-medencében a következő néhány évtizedben várható regionális éghajlatváltozás hatására, bár a vizsgálatok határozott melegeledést és éves átlagban mérsékelt csapadékcsökkenést prognosztizálnak, a belvízképződés éghajlati feltételei lényegesen nem fognak változni mivel a nagycsapadékos napok száma valószínűleg növekedni fog, s e miatt – elsősorban a nyári időszakban – a helyzet kedvezőtlenebbé is válhat. A belvízi kockázat csökkentése érdekében a belvízvédelmi rendszerek régóta halogatott felújítása, esetenként jelentős fejlesztése javasolható, mégpedig a mezőgazdasági-üzemi (meliorációs), a települési és a nagytérsegi feladatok tudományosan megalapozott és összehangolt stratégiai programja alapján.

Kulcsszavak: belvíz-elöntés, csapadék, vízelvezetés, éghajlatváltozás

Bevezetés

Magyarország területének kb. fele síkvidéki jellegű. E területek sajátos természeti jelensége a belvíz, mely egyes években nagy területeket önt el, és súlyos károkat okoz a mezőgazdaságban, de a települések belterületén, a közlekedési hálózatban és egyéb infrastrukturális létesítményekben is.

2010-ben rendkívüli belvízhelyzet alakult ki Magyarországon, legfőképp – ahogy általában lenni szokott – az Alföldön, de most a Dunántúl is szokatlanul sokat szenvedett a belvítől. Ebben az évben téli-tavaszi és súlyos nyári belvíz is kialakult. A környezetvédelmi és vízügyi igazgatóságokon fölmért, a Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság által összesített elöntési adatok (**1. ábra**) azt mutatják, hogy a téli-tavaszi időszakban három belvízhullám alakult ki, melyek közül a hóolvadásból és egyidejű esőzésből kialakuló középső árhullám volt a legnagyobb: ez március 1-én tetőzött, amikor egyidejűleg 175 ezer hektár volt víz alatt. A nyári belvízi elöntések május közepén egy mediterrán ciklon (Zsófia) által keltett intenzív esőzések nyomán ugrásszerűen alakultak ki. Az egyre növekvő vízborított terület – némi visszaesés után – május végén és június legelején egy újabb ciklon (Angéla) meg-megújuló esőzései következtében június 4-5-én tetőzött, amikor egyidejűleg 223 ezer hektárt borított belvíz. Az ezt követő apadási hullám – kisebb emelkedőkkel tarkítva – szeptemberig elhúzódott.



1. ábra A belvízzel elöntött terület naponkénti változása Magyarországon 2010. január 1. – július 14. között (Adatforrás: VKKI)

Figure 1. Daily change of area affected by water logging in Hungary (1st of January – 14th of July, 2010 (Source: Central Directorate for Water and Environment)

A június végéig elvezetett vízmennyiség összesen mintegy 3 milliárd m³ volt, melynek kb. felét – a folyókon levonuló árhullámok miatt – szivattyúsán kellett a folyókba emelni. Az összegyűlt belvíznek kevesebb, mint 10 %-át lehetett tározókban elhelyezni. A mezőgazdasági területeken kívül a települések belterületén is keletkeztek belvízi elöntések. A belterületek mentesítése céljából június elején 133 önkormányzat rendelt el belvíz-védekezési készültséget (Iványi, 2010).

Az idei téli-tavaszi belvíz előkészítő csapadékanak tekinthetjük a 2009. év utolsó három hónapjának kiadós csapadékait, amelyek mintegy kiegyensúlyozták a 2009. évi száraz nyár csapadékhányát, és jórészt telítették a talajt. A kiváló csapadék a 2010 januárjában és februárjában a 15–20 cm vastag hóban tárolt vízkészletből és az olvadással egyidejű csapadékból tevődött össze (VITUKI – ATIKÖVIZIG, 2009/2010). A nyári belvizet ez az igen nedves téli-tavaszi időszak készítette elő, és a május közepétől június elejéig több hullámban érkező nagy intenzitású, az ország jelentős részére kiterjedő esők váltották ki.

A novembertől augusztusig terjedő időszak havi csapadékösszegeinek sokévi átlagát és 2009/2010. évi értékeit, valamint a köztük lévő eltéréseket Magyarország síkvidéki területére vonatkozóan – mintegy 50 meteorológiai állomás adataiból számítva – az **1. táblázat**ban közöljük.

Látható, hogy a vizsgált időszakban március kivételével minden hónapban a sokévi átlagnál több csapadék hullott. Különösen kiugró a május havi 168 mm-es összeg, mely az elmúlt 110 évben a legnagyobb. A májusi időjárás rendkívüliségét tovább növelte, hogy június legelső napjaiban is folytatódott az intenzív csapadéktevékenység: e hónap első három napján síkvidéki területeinken országos átlagban mintegy 30 mm csapadék hullott. E nagy esők olyan időszakban hullottak, amikor a talajból és a növényzetten keresztül még nem tudott annyi víz elpárologni, mint később, a nyár derekán, így sok helyen káros vízborítás keletkezett. Ráadásul a növényzet e korai fejlődési fázisban kevésbé tűri a tartós vízborítást, mint később.

A nagy mennyiségű megelőző csapadék nemcsak a felső talajrétegek telítődését idézte elő, de bizonyos idő eltolódással a talajvízszint jelentős emelkedéséhez is hozzájárult. Pl. Hódmezővásárhely térségében 2009 novemberétől 2010 júniusáig kb. 2 métert emelkedett a talajvíz szintje, s júniusban már közel 1 méterrel a sokévi átlagos szint fölött volt (**2. táblázat**).

A szokatlanul magas nyári talajvízszint nagyban hozzájárult ahhoz, hogy a belvízi elöntések tartósan fennmaradjanak, s ez a körülmény nehezítette, helyenként lehetetlenné tette a víztelenítési és az agrotechnikai munkálatokat. A nyár végéig a talajvíz szintje alig csökkent.

Hónap	Havi csapadékösszeg sokévi átlaga (mm)	Havi csapadékösszeg 2009/2010-ben (mm)	Eltérés (mm)
November	46	82	+36
December	43	57	+14
Január	30	46	+16
Február	29	57	+28
Március	30	18	-12
Április	46	63	+17
Május	58	168	+110
Június	70	104	+34
Július	61	80	+19
Augusztus	54	85	+31
Összesen:	467	780	+293

1. táblázat A havi csapadékösszeg sokévi átlagai, 2009/2010. évi értékei és az eltérések Magyarország síkvidéki területén novembertől augusztusig (Adatforrás: OMSZ)

Table 1. Multiyear averages of the monthly precipitation sums, its values in 2009/2010. and alterations on the lowlands of Hungary from November to August (Source: Hungarian Meteorological Service)

Hónap	Havi közepes talajvízszint a terep alatt		Eltérés (cm)
	Sokévi átlag (cm)	2009/2010 (cm)	
November	307	364	-57
December	297	364	-67
Január	289	303	-14
Február	272	288	-16
Március	256	235	+21
Április	243	227	+16
Május	238	218	+20
Június	245	149	+96
Július	263	190	+73
Augusztus	287	230	+57

2. táblázat A havi közepes talajvízszint sokévi átlagai, 2009/2010. évi értékei és az eltérések a hódmezővásárhelyi 002318 sz. észlelőkútban novembertől augusztusig (Adatforrás: ATIKÖVIZIG)

Table 2. Multiyear averages of monthly medium soil water level, values of year 2009/2010. and alterations in the monitoring well No. 002318 of Hódmezővásárhely from November to August (Source: Regional Directorate of Water and Environment)

Az elöntések zöme, amint az általában lenni szokott, a legnagyobb síkvidéki területtel rendelkező és belvízzel leginkább veszélyeztetett Tisza-völgyi igazgatóságok területén alakult ki. Az évszakos elöntési maximumok közül a legtöbb igazgatóságnál a nyári maximum a nagyobb, de néhány esetben, pl. a Közép-Tisza és a Körösök vidékén, a téli-tavaszi időszakban volt több az elöntés (**3. táblázat**). Ha az adatokat az igazgatóságokénti nagyobb értéket választva adjuk össze. Ilyen módon az elöntött összes terület 254 102 hektárra adódik. Az év folyamán víz alatt volt összes terület föltehetően még ennél is nagyobb lehetett, mivel az egyes belvízhullámokban kialakult elöntések nem föltétlenül fedték le egymást. Ezért a 2010-ben (szeptember 20-ig) Magyarország belvízvédelmi rendszereiben a belvízzel elöntött összes terület mintegy 280 ezer hektárra becsülhető. Ehhez még hozzá kellene adni, ha ismernénk a belvízrendszereken kívüli, a kisvízfolyások vízgyűjtőjén kialakult elöntéseket is.

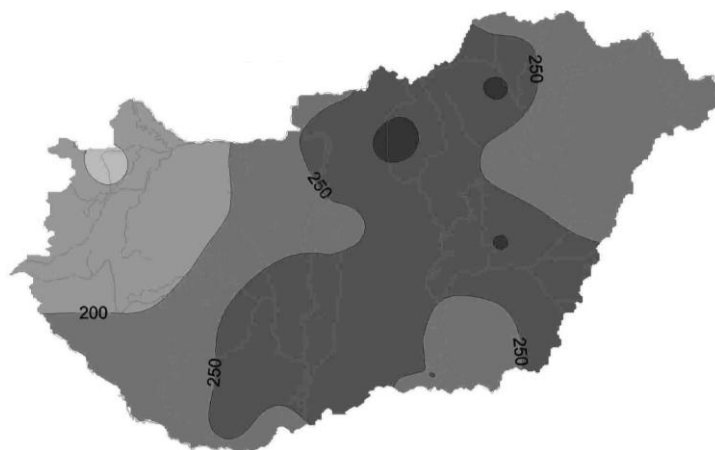
KÖVIZIG	Téli-tavaszi előntés (ha)	Nyári előntés (ha)
Észak-Dunántúli (Győr)	0	11 067
Közép-Duna völgyi (Budapest)	3 100	6 950
Alsó-Duna vidéki (Baja)	13 393	12 769
Közép-Dunántúli (Székesfehérvár)	300	12 130
Dél-Dunántúli (Pécs)	220	864
Nyugat-Dunántúli (Szombathely)	620	540
Felső-Tisza vidéki (Nyíregyháza)	13 400	28 100
Észak-Magyarországi (Miskolc)	18 330	31 815
Tiszaántúli (Debrecen)	20 600	27 850
Közép-Tisza vidéki (Szolnok)	46 100	29 550
Alsó-Tisza vidéki (Szeged)	43 600	55 050
Körös vidéki (Gyula)	20 163	14 060
Összesen:	179 826	230 745

3. táblázat A 2010. évi téli-tavaszi és nyári belvízelöntési maximumok KÖVIZIG-enként
(Adatforrás: VKKI)

Table 3. Water logging maximums of winter/spring and summer of 2010 by regional Environment and Water Authorities (Source: Central Directorate for Water and Environment)

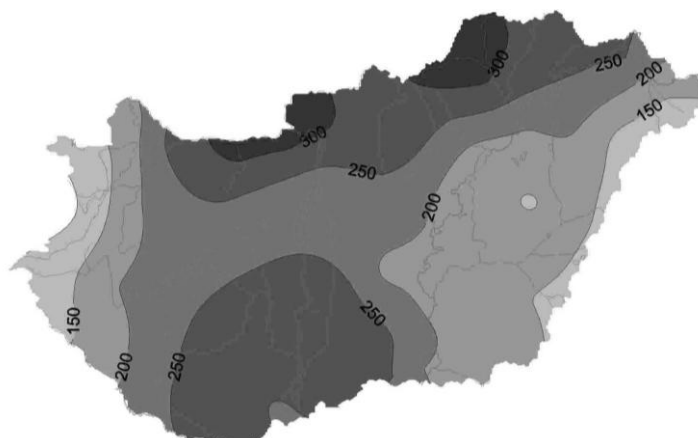
Az egyes belvízrendszerekben (ezek általában 200–2000 km² nagyságú síkvidéki vízgyűjtőegységek) a rendszer vízgyűjtő területéhez viszonyított maximális belvízelöntés nagy változatosságot mutat. Ez az arány a 2010. február-márciusi és a május-júniusi időszakban általában 2,5–10 %-ot ért el, de több Tisza-völgyi belvízrendszernél (Bodrogi, Taktaközi, Karcagi, Kurcai, Maros bal parti stb.) 10 % feletti, míg a dunántúli és néhány Duna-Tisza közti rendszereknél 2,5 % alatti értékekkel találkozunk (VITUKI – ATIKÖVIZIG, 2009/2010). Ha a belvízzel elöntött terület kiterjedését nem a teljes vízgyűjtő területhez, hanem annak mezőgazdaságilag művelt részéhez viszonyítjuk, akkor az előző százalékos értékek közel kétszeresével számolhatunk.

A belvízi elöntés területi eloszlásának vizsgálatához kapcsolódva a **2. ábrán** a 2009. november 1. – 2010. február 28. közötti négy hónapos időszak csapadékösszegének területi eloszlását, a **3. ábrán** pedig a 2010. május 4. – június 3. közötti 31 napban lehullott csapadék területi eloszlását mutatjuk be.



2. ábra A 2009. november 1. – 2010. február 28. közötti csapadékösszeg területi eloszlása
(Adatforrás: OMSZ)

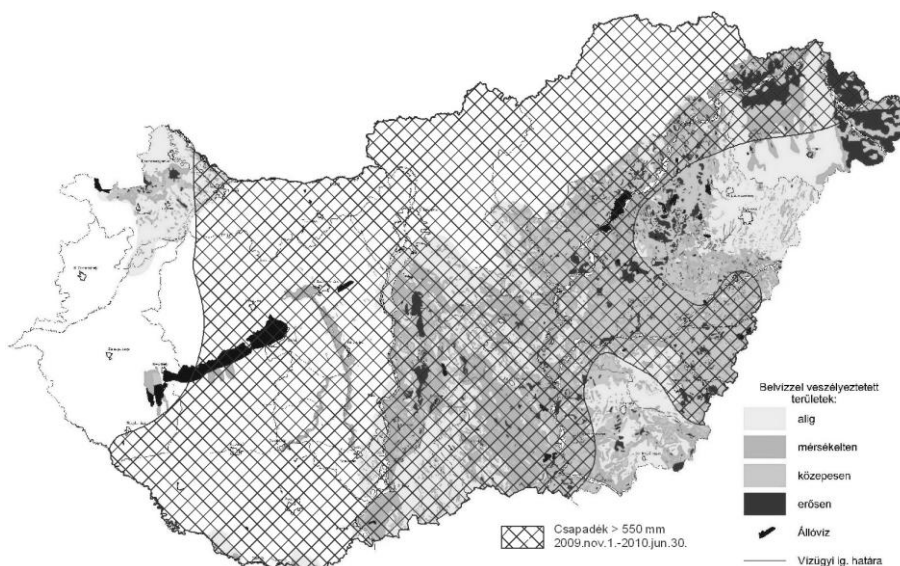
Figure 2. Areal distribution of precipitation maximums between 1st of November and 28th of February 2009 (Source: Hungarian Meteorological Service)



3. ábra A 2010. május 4. – június 3. között lehullott csapadék területi eloszlása (Adatforrás: OMSZ)
Figure 3. Areal distribution of precipitation between the 4th of May and 3rd of Jun 2010 (Source: Hungarian Meteorological Service)

A két ábra, a Közép-Tisza vidék keleti része és a Körös vidék kivételével, meglepő hasonlóságot mutat, vagyis a május-júniusi rendkívüli nagy csapadék nagyjából ugyanazokban a térségekben hullott le, mint a november-februári csapadék. Feltűnő, hogy a késő tavaszi-kora nyári 31 napos időszak alatt Észak-Magyarországon és a Dunántúl délkeleti, valamint a Duna-Tisza köze délnyugati részén ugyanannyi csapadék (250 mm-nél is több!) hullott, mint a négyhónapos téli-tavaszi időszakban.

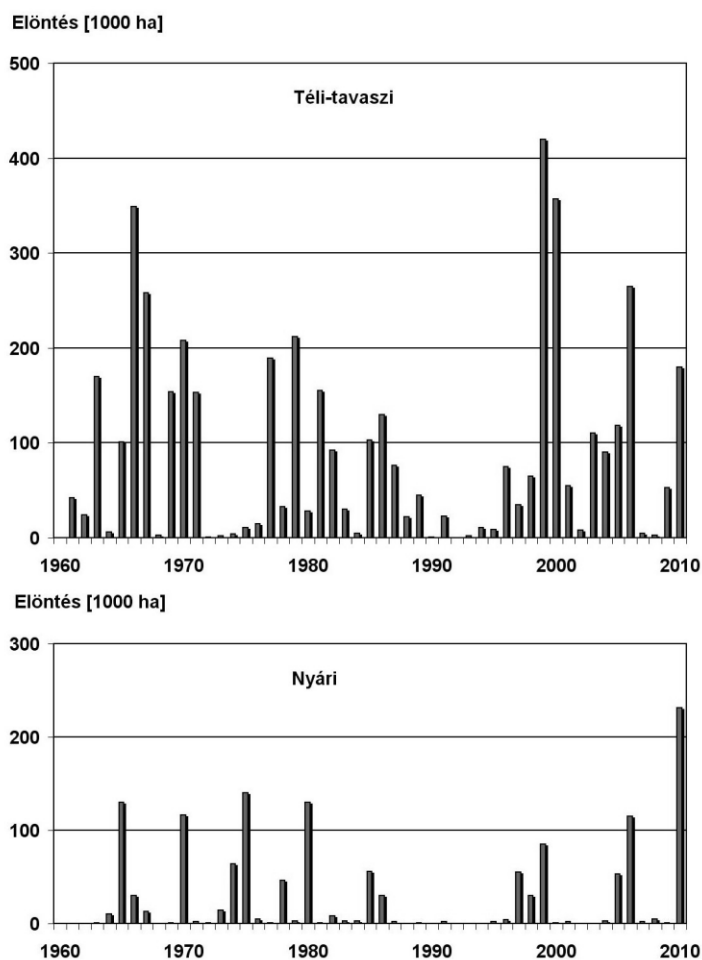
A 2010. évi belvízi elöntések és belvízkárok területi eloszlásának elemzésekor a csapadéktérképek mellett az úgynevezett belvíz-veszélyeztetettség térképet is érdemes szemügyre venni és a csapadékeloszlással összevetni.



4. ábra Magyarország belvíz-veszélyeztetettség térképe és az 550 mm-nél nagyobb csapadékösszegű terület 2009. november 1. - 2010. június 30. között (Adatforrás: OMSZ)
Figure 4. Water logging danger map of Hungary and areas with more than 550 mm sum of precipitation between 1st of November and the 30th of June 2009. (Source: Hungarian Meteorological Service)

A **4. ábrán** közölt belvíz-veszélyeztetettségi térképen azt a leginkább csapadékos zónát tüntettük fel sraffozással, ahol a 2009. november 1. – 2010. június 30. közötti 8 hónapos csapadékösszeg 550 mm feletti volt. Ez a nagy mennyiségű csapadék jórészt lefedi Magyarország síkvidéki, belvízzel különböző mértékben veszélyeztetett területeit, de kimarad belőle a Kisalföld jelentős része és a Tiszántúl északkeleti és délkeleti részének egy-egy része, bár az említett tájak is igen csapadékosak voltak. A legtöbb csapadékot (650 mm-nél is többet) a szóban lévő időszakban Észak-Magyarországon, valamint a Dunántúl délkeleti részén és a Duna-Tisza köze délnyugati részén mérték, tehát olyan területeken, amelyek zömében nem tartoznak a belvízzel leginkább veszélyeztetett térségek közé. Ha a legcsapadékosabb zóna valamivel keletebbre húzódott volna, akkor összességében még nagyobb belvízi elöntés alakul ki.

Az **5. ábrán** bemutatjuk a téli-tavaszi és a nyári belvízi elöntés 1961–2010 közötti ötven éves országos adatsorát.



5. ábra A téli-tavaszi és a nyári belvízi elöntés Magyarországon 1961–2010 között
Figure 5. Water logging of winter/spring and summer in Hungary between 1961–2010

Szembeötlő, hogy a téli-tavaszi belvíz sokkal gyakoribb és általában nagyobb területet önt el, mint a nyári. A vizsgált időszakban pl. 100 000 hektárnál nagyobb téli-tavaszi elöntések a következő években fordultak elő: 1963, 1965, 1966, 1967, 1969, 1970, 1971, 1977, 1979, 1981, 1985, 1986, 1999, 2000, 2003, 2005, 2006 és 2010, míg a hasonló nagyságrendű nyári belvizek

évei: 1965, 1970, 1975, 1980, 2006 és 2010. A felsorolásból láthatjuk, hogy 1965-ben, 1970-ben, 2006-ban és 2010-ben téli-tavaszi és nyári belvíz egyaránt volt. A téli-tavaszi belvizek közül 200 000 hektárnál is nagyobb elöntést okozott az 1966., az 1967., az 1970., az 1979., az 1999., a 2000. és a 2006. évi belvíz, a nyáriak közül viszont ezt a határt csak a 2010. évi lépte túl!

Az ötven éves adatsorral elvégzett eloszlás-vizsgálatok alapján azt mondhatjuk, hogy a 2010. évi 180 000 hektáros téli-tavaszi belvíz előfordulási valószínűsége 18 %, azaz átlagos visszatérési ideje öt-hat év, míg a 230 000 hektáros nyári belvize kb. 2,5 %, vagyis átlagosan negyven évenként fordul elő, tehát rendkívülinek minősíthető! Ezt alátámasztja az is, hogy ehhez hasonló méretű nyári belvíz hazánkban a 20. században csak egyszer: 1940-ben fordult elő (Pálfai, 2004). A 2010. évi belvíz hidrológiai értékelése kapcsán jogosan vehető föl a kérdés, hogy az éghajlatváltozás miképpen változtathatja meg Magyarországon a belvíz-viszonyokat, illetve tágabb értelemben a talaj nedvességviszonyait?

Újabbban egyre több jel mutat arra, hogy a Kárpát-medencében néhány éghajlati paraméternek, így a 20 mm-nél nagyobb csapadéku napok számának is növekvő a tendenciája, ezek a nagycsapadékok pedig leginkább a nyári hónapokban fordulnak elő. A legújabb szimulációs vizsgálatok (Bartholy et al., 2010) alapján a 2021–2050 közötti időszakban is az ilyen jellegű szélsőségek növekedésére lehet számítani. Mindemellett az aszályok gyakorisága és erőssége is növekedhet, mert a száraz napok száma is nőni fog.

A belvízi kockázat csökkentése érdekében a belvízvédelmi rendszerek régóta halogatott felújítása, esetenként jelentős fejlesztése javasolható, mégpedig a mezőgazdasági-üzemi (meliorációs), a települési és a nagytérsvégi feladatok tudományosan megalapozott és összehangolt stratégiai programja alapján.

Irodalom

- Bartholy J., Pongrácz R., Torma Cs. 2010: A Kárpát-medencében 2021–2050-re várható regionális éghajlatváltozás REGCM-szimulációk alapján. „KLÍMA-21” Füzetek, 60: 3–13.
- Iványi K. 2010: Összefoglaló tájékoztató a 2009. december 25. – 2010. június 25. közötti időszak belvízi eseményeiről. Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság. Kézirat.
- Pálfai I. 2004: Belvizek és aszályok Magyarországon. Hidrológiai Tanulmányok. Közlekedési Dokumentációs Kft., Budapest. 492+2 p.
- VITUKI – ATIKÖVIZIG (2009/2010): Integrált Vízháztartási Tájékoztató és Előrejelzés. VITUKI Kht. – Alsó-Tisza vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság, Budapest – Szeged.

Abstract

WATER LOGGING PROBLEMS OF LOWLANDS WITH SPECIAL ATTENTION ON THE EXPERIENCES IN 2010

IMRE PÁLFAI

Lower Tisza Regional Directorate for Environmental Protection and Water Management
H-6720 Szeged, Stefánia 4., Hungary, e-mail: palfai.imre@gmail.com

Half of Hungary is lowland type. A special natural feature of these areas is water logging. In some years it covers large areas and causes serious damage to agriculture, settlements, transport network and in other infrastructure. In 2010 unusual water logging situation occurred in Hungary. Most of this situation mainly occurred on the Great Hungarian Plain – as normally – but this time Trans-Danubian areas also unusually suffered from water logging. However in the winter/early spring period huge areas (180,000 ha) were under water, the real surprise and extraordinary situation was caused by the late spring/early summer water logging that covered 230,000 ha. Similar to year 2010 scale water logging of winter/early spring normally occurs once in 5-6 years, but what happened

this year in late spring/summer water logging, its average return frequency is 40 years. More dramatic summer water logging last happened in 1940! The total area of water logging was 270,000 ha because spring and summer sites were not the same in 2010. More than half of the affected areas were arable land, most of them had early stage crop. The winter/early spring water logging – after the abundant preparatory precipitation – was caused by rains with snowmelt; the late spring/summer water logging was caused by the frequent, extremely intensive May-June rainfalls, its extension until September was caused by the equally rainy July and August weather. In the Carpathian Basin in the next few decades the expected regional climate change – regardless of the examinations that prognoses definite warming and decrease of yearly average precipitation – the climatic conditions causing water logging will not change significantly since the number of “big precipitation days” will probably increase and because if this– mainly in summer periods – the situation can be less favorable. For the reduction of water logging risk the long-standing protraction of the water logging protection system has to be renewed and in some cases further developed based on the scientifically based and harmonized program of tasks for agricultural melioration, settlements and large regions.

KISVÍZFOLYÁSOK ÉS VÍZGYŰJTŐ TERÜLETEIK PROBLÉMÁI, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A VIDÉKFEJLESZTÉSRE

BARDÓCZYNÉ SZÉKELY EMŐKE

Szent István Egyetem, Környezet és Tájgazdálkodási intézet, Természetvédelem és Tájökológia
Tanszék

2103 Gödöllő, Páter K. u. 1., e-mail: szekelyemoke@gmail.com

Összefoglalás

A vízkészlet-gazdálkodás korszerű tervezésének jó eszközeit jelentik a vízgyűjtő-gazdálkodási tervek. Ezek azonban a vízrajzi hierarchia kisebb egységeinek, a kisvízfolyásoknak a kérdéseit csak saját léptéküknek megfelelően kezelik. Célszerű lenne, ha minden kisvízfolyásnak lenne egy, az egész vízgyűjtő területére kiterjedő, és a teljes vízgazdálkodást érintő koncepciója. A cikk a nemzetközi helyzet bemutatásával közelíti a témát, felhívja a figyelmet az árvízvédelem és az ökológia összehangolására. A gyakorlatban a terület besorolása – kül- vagy belterületről van szó –, már sugallja a prioritásokat. Külterületen fontos a tájba illő területhasználat megválasztása, a tulajdonviszonyok rendezése, ezután lehet szó patak-revitalizációról. Belterületen az árvízvédelem prioritását lehetőleg az élőhelyjelleg sérülése nélkül kell megvalósítani, ehhez sokszor az egyetlen eszköz a tározás a vízgyűjtő területen.

Kulcsszavak: árvízvédelem, ökológiai folyosó, vízrendezési kérdések, vízhasználatok, területhasználatok

Bevezetés

Magyarországon sok területen kerül előtérbe a kisvízfolyásokkal és vízgyűjtő területeikkel összefüggő problémarendszer. Az érdeklődés oka változó: több helyen a belterületen a lakosság, vagy a civil szervezetek szeretnék a patakot esztétikusabbá, élőhelyhez hasonlóbbá tenni; más helyeken az ok sokkal prózaibb: az árvíz elöntötte a falu bel- és külterületét, esetleg kapcsolt módon a belvíz is megjelent. Utóbbi esetben az önkormányzat, illetve rajta keresztül a lakosság jogos igénye, hogy életét, vagyonát biztonságba helyezve, sürgősen oldják meg az árvízvédelem kérdését. A vidékfejlesztésnek tehát a vízkárelhárítás, a vízkészlet-hasznosítás, az élőhelyjelleg visszaállítása egyaránt fókuszába kerülhet, nem is beszélve arról, hogy egy komplex környezeti katasztrófa, mint a vörösiszap tározó gátszakadása az ajkai térségben, annak hatása a Torna-, Marcal vízfolyásokra hogyan befolyásolja ott a szinte nulla pontról induló fejlesztés irányát. A probléma tehát sok: a cikk szerzője több oldalról közelíti a témát, útkeresés jelleggel, elsősorban saját tapasztalataira támaszkodva.

A téma megközelítésének módszere

Az elvárás a kisvízfolyásokkal szemben az alábbi 3 pontban foglalható össze, ezt a három pontot mutatjuk be a cikkben esettanulmányokon keresztül.

1. Az árvízvédelem megnyugtató megoldása, különös tekintettel az együtt kezelt kül- és belterületekre. A kapcsolt kérdéskör szakmai részét a következőkben foglalhatjuk össze: csapadékvíz- és belvízrendezés, valamint az erózió kérdéseinek megoldása, együtt kezelve az egész vízgyűjtő területet, szükség esetén tározás alkalmazásával.

2. Az engedélyezett vízhasználatok kielégítése, illetve szennyvíz bevezetések rendezése (jó esetben tisztított szennyvíz bevezetések).

3. Élőhelyjelleg erősítése, ökológiai folyosó és annak átjárhatósága az élőlények számára az árvízvédelemmel is összehangolt módon. A kérdés, hogy milyen legyen a patakszakasz? – lehet természet közeli, esetleg közjóléti, vagy a beépítés miatt csak mesterséges jellegű lehet, hiszen a helyszűke miatt a gyors lefolyást kell elérni burkolt mederben.

Hazánkban még egy kérdést vehetnek fel az idei árvíz tapasztalatok: ha egy vízgyűjtőn az árvíz vagy belvíz hosszú ideig borít szántóföldi területeket, ott megfontolandó a területhasználat-váltás kérdése (pl. kisvízfolyás hajdani árterén javasolható a rét-legelő gazdálkodás).

Fenti kérdések megoldásában nagyon fontos az önkormányzatok, a civil szervezetek és a vállalkozók összefogása.

Esettanulmányok a kisvízfolyások témaköréből

Árvízvédelem: nemzetközi kitekintés

A témát először a vízgazdálkodás oldaláról közelítjük. 2010 szeptemberében, Münchenben rendezték az „IFAT ENTSORGA” nemzetközi, vízgazdálkodási problémákkal foglalkozó világkiállítást, melyen az idén az árvízvédelem kérdései még a szokásosnál is nagyobb szerepet játszottak. Ennek oka nyilván az átlagosnál csapadékosabb időjárás, és az ennek nyomán fellépő árvízi eseményekben keresendő. Az alábbiakban kiemelünk egy németországi példát, ahol a többször is fellépő árvizek kérdését megoldották, méghozzá a teljes vízgyűjtőre kiterjedő megoldással: tározók építésével.

A Bode folyó. A Bode folyó a Harz-hegységben ered, vízgyűjtő területének nagysága 3292 km², összehasonlításul az Ipoly teljes vízgyűjtője 5150 km², ebből a magyar rész kb. 1500 km².

A tények. Az utóbbi 20 évben az adott területen a mértékadó csapadékösszegek nagysága és előfordulási gyakorisága, valamint az ezzel együtt járó árvizek indokolták, hogy a 10 év alatt elkészült teljes rendszer ma már működik, kiemelve az ábrán látható 6 tározót és szerepüket (**1. ábra**).

Fontos szempontok: A teljes vízrendszerre terveztek, azonos súllyal belevéve a mellékágak adta lehetőségeket is. Az előtározók általában a mellékágakon helyezkednek el, csökkentve a főág terhelését, szerepet játszva a hordalékfogásban is. A klasszikus völgyzárógátas tározókon túl, a kalte Bode vízfolyáson van a kifejezett árvízcsúcs csökkentő tározó is.

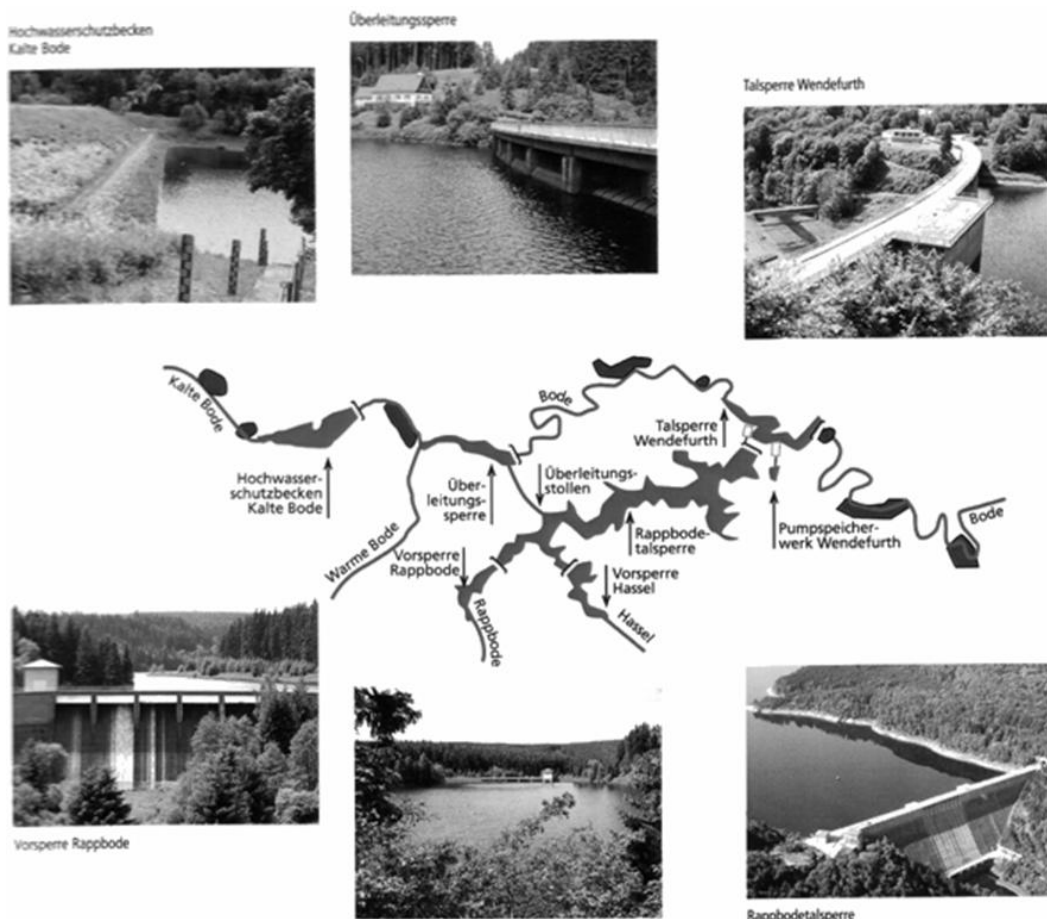
Két kérdés merült fel: megoldódott-e az árvízvédelem? A válasz: igen. Mi a helyzet az ökológiai állapottal? Vannak pozitívumok: nyáron, vízhiány esetén, illetve, amikor az ökológiai minimum közelében jár a vízállás, sokszor jól jönnek a tározók. Van, ahol hallépcső létesült, és nagyjából megoldja a folytonosságot, a vízfolyás átjárhatóságát az élővilág számára, de nem mindenhol. Vagyis itt prioritásnak az árvízvédelmet tekintették, és ehhez kapcsoltn hozták létre a lehetséges, ha nem is tökéletes ökológiai állapotot, a teljes vízrendszert tekintve. Az esettanulmány más földrajzi adottságokhoz kötődik, de jó példa arra, hogy sok tökéletes megoldást kereső tanulmány helyett jobb egy megvalósult, ha nem is mindenben tökéletes, de működő rendszer.

Vízhasználatok és szolgáltatások

A kisvízfolyások ebben a témában is több oldalról érintettek, de két nagyon fontos tény emelnénk ki: az ökológiai minimum vízhozam, illetve ökológiai vízigény mindenkori biztosítását, valamint a szennyvízkérdést. A jelenlegi szakmai javaslat szerint az ökológiai vízigény, az a vízmennyiség és vízminőség, amely egy adott földrajzi térség valamennyi adottságához alkalmazkodó élővilág alapvető létfeltételeit korlátozás nélkül biztosítja (Aradi, 2000).

Az ökológiai vízigény nem köthető kizárólag a vízterekhez, mert az átmeneti helyzetű vizes élőhelyek, sőt a szárazföldi rendszerek számára is elengedhetetlen biztosítani a megfelelő, azaz létezésüket meghatározó vízszükségletet. A patakoknál a helyzet kritikusra elsősorban a forró, nyári időszakokban fordul, amikor a patak saját száraz idejű vízhozama minimális, és sok kisvízfolyás csak a tisztított, vagy nem tisztított szennyvizekből kap utánpótlást, felvetve ezzel a

romló vízminőség kérdését. Sokszor nem engedélyezett vízhasználatok, pl. kiskertek öntözése is csökkenti a patak vízmennyiségét, tovább rontva az élővilág helyzetét.



1. ábra Tározás a Bode folyó területén
Figure 1. Reservoirs in River Bode, Germany

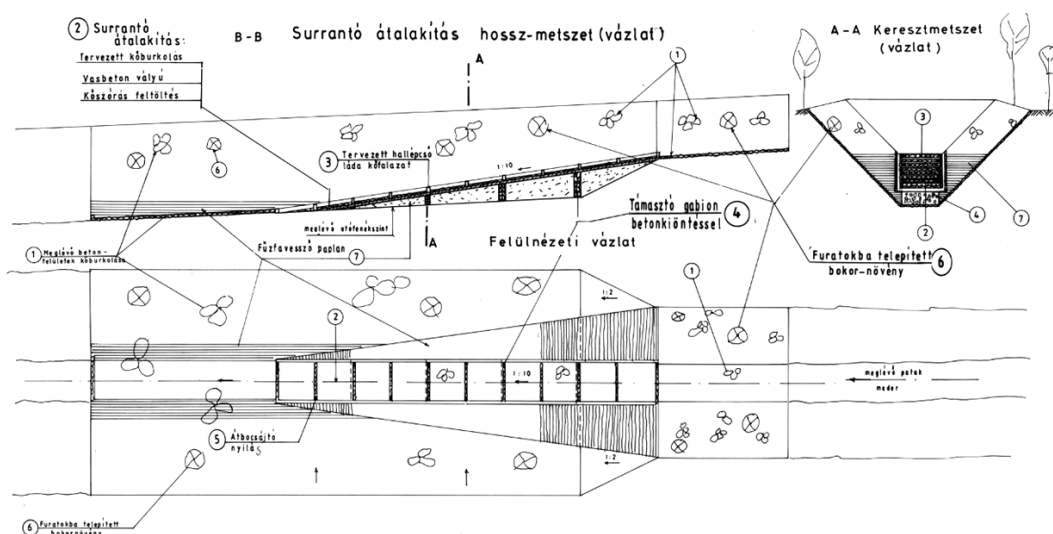
Ezzel el is érkeztünk a szennyvízkérdéshez. A kisvízfolyások sokszor kis települések, nem ritkán 2000 Le alatti települések területéhez tartoznak, így megemlítjük, hogy egy itt élő ingatlan tulajdonos a szennyvízzel elvileg a következőt teheti: bekötés helyi csatornahálózatba, bekötés kistérségi rendszerbe, tárolás után tengelyen szállítás szennyvíztisztító telepre, de a víz, optimális esetben tisztított szennyvízként kerül egy befogadóba. A kisvízfolyás vízhozama szempontjából az sem közömbös, hogy saját vízgyűjtő területéről hová kerül a tisztított szennyvíz? A Dunába torkolló Rákospatak esetében például igen nagy probléma lenne a vízmérlegben a tisztított szennyvizek nélkül. Összefoglalva: a patakok számára sok esetben az a kedvező, ha megfelelő hatásfokú szennyvíztisztítás után a bevezetett vízmennyiség a vízhozam részét képezi.

Élőhelyjelleg

A harmadik elvárás teljesítése sokszor a legnagyobb problémát jelenti: a patakok feleljenek meg a jó állapotú élőhelyjelleg elvárásainak. Csehországi tanulmányútja során e sorok szerzője több jó, megvalósult, monitoring rendszerrel ellátott patak revitalizációjával találkozott, de többségük a települések külterületét érintette (Bardóczyné, 2010).

Itt a tervezés a birtokviszonyok felmérésével kezdődött, és ahol a tulajdonos hajlandó volt földje egy részét az államnak eladni vagy bérbeadni, ott történt a nyomvonal kanyargóssá tétele, ahol nem, ott csak a meder szelvényen belül próbáltak tájépítész eszközökkel változatosabb élőhelyet teremteni. A tervezés kezdete tehát annak meghatározása volt, hogy milyen és mekkora területtel gazdálkodhat a tervező.

Magyarországon a belterületi revitalizációs tervezések legismertebb példája a budapesti Rákospatak, megvalósításra azonban itt sem került sor. A kisebb települések közül megemlíthetnénk Kismaros területén a Dunába torkolló Morgó- (más néven Török) patak belterületi 1 km-es szakaszának revitalizációs tervét. A konkrét ok az volt, hogy az 5 db belterületi szakaszt, közel a torkolathoz, ahol 5 db túl meredek bukó lehetetlenné teszi, hogy a védett halfajok folyásiránnyal szemben is közlekedhessenek. Erre megoldást adott volna a bukók természet közeli, kőből és rőzse fonatból történő átépítése (2. ábra).



2. ábra Surrantó természetközeli átalakítása (Morgó-patak, Kismaros)
Figure 2. Nature friendly reconstruction of hopper (Morgó Creek, Kismaros, Hungary)

A téma az elvi engedély szintjéig jutott, mert kapcsolatosan jelentkezett a teljes vízgyűjtő árvíz-védelmének megoldása, tározással kombinálva a felső vízgyűjtő részen, ennek megtervezésére viszont már nem kerülhetett sor.

Megvalósult patak-revitalizáció: Lahn-patak. Hazánkban az Őrség területén megemlíthetjük a Lahn-patak revitalizációját, amely külterületet érint. Az átépített mederszakasz szántóföldek között halad, ahogyan a fotó mutatja (3. ábra), amely az építés időszakában készült. Magyar-osztrák összefogással 2000–2002 között Phare CBC program támogatásával megépült a Lapincs-patakon egy árapasztó vápa, melyen keresztül a Lahn-patak osztrák oldalról folyamatos 300–350 l/s-os vízpótlást kap. 2004-ben indult a „Lapincs-Életterek összekapcsolása egy alpesi-pannon folyó mentén” EU-LIFE osztrák-magyar közös projekt. Ennek magyar oldali célja a Lahn-patak szabályozott 10 km-es szakaszának revitalizációja.

A beavatkozások megalapozására az Ökohydro Kft. készített előzetes környezeti tanulmányt, a kiviteli terveket a Solvex Kft. munkája. A projekt megvalósítását példás együttműködés keretén belül a Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság és az Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság koordinálta. Hazánkban az Őrség területén a Lahn-patak revitalizációja, főleg külterületet érint.

A koncepció szerint nem minden szakaszt változtattak, eszközök: helyenként a kanyarok visszaállítása, rézsű rendezése, fátelapítás a parton. A növényzet a mederben egyes szakaszokon marad, helyenként spontán betelepül.



3. ábra A Lahn patak kanyargóssá tett külterületi szakasza
Figure 3. Re-curved section of Lahn Creek outside the settlement, Hungary



4. ábra Áramlásmódosítás a Lahn-patakon
Figure 4. Current modification on Lahn Creek, Hungary

A halak számára változatosabbá tették az élőhelyet a fotó szerinti (**4. ábra**) mederszűkítés-bővítéssel, amely változatosabb sebességeloszlást és oxigénellátást is eredményez. A bemutatott példa lényege: külterületen egyszerűbb a megvalósítás, helyi építőanyag jól alkalmazható: fa, kő és megfelelő földanyag általában rendelkezésre áll. A monitoring eredménye: míg a beavatkozások előtt 1996-ban 10 halfajt írtak le a patakból, addig 2007–2009-ben már 26 faj egyedeit sikerült azonosítanunk. A fajszám csaknem háromszorosára, az egyedsűrűség közel négyszeresére nőtt a beavatkozások hatásaként. Elsősorban a reofil (áramláskedvelő fajok) térnyerése a jellemző. Ilyen, ma már ismét jelentős számban előforduló faj, a vágócsík, kövicsík, fenékjáró küllő vagy a paduc. A kialakított élőhelyek ívóhelyként és ivadékbölcsőként szolgálnak az említett áramláskedvelő fajok számára. Az átalakított mederszakaszokon új, speciális ökológiai igényű fajok telepedtek meg. Megjelentek a Rábára jellemző fajok is. A patak halállományának gazdagodása a horgászat számára is nyereség, ugyanis benne néhány kitűnő sporthalnak számító őshonos ragadozófaj is megtelepedett. A fenti eredmények alapján a Lahn-patak rehabilitációja természetvédelmi, vízügyi és társadalmi szempontból sikeresnek mondható. (http://onp.nemzetipark.gov.hu/?pg=menu_2801)

Összefoglalva: a közölt tanulmány útkereső jelleggel mutatja be a példákat a gyakorlatból: árvízvédelemre pozitív példa a Bode folyó, a kisvízfolyások vízkivételi és szennyvíz bevezetési kérdései a Rákospatak példáján követhetőek. Hazai tervezett revitalizációra jó példa a Morgópatak, de ami követendő példa: a Lahn-patak megvalósult revitalizációja.

Irodalom

- Aradi Cs. 2000: Különböző típusú vízterek és vizes élőhelyek természetvédelmi kezelésének gyakorlati követelményei. KSZI Kft. (Alapozó tanulmány). Budapest.
- Bardóczné Sz. E. 2010: From stream revitalisation to landscape revitalisation. In: Neruda, M., Přikryl, T. (ed.): ENWAMA, Environmental Water Management. Education and Culture Lifelong learning programme LEONARDO DA VINCI 2008–2010. Faculty of Environment, UJEP in Ústí nad Labem 2010. p. 44–45.
- Bardóczné Sz. E., Bardóczy L., Horváth J. 2004: Kis vízfolyások revitalizációs tervezésének kezdeti lépései a Morgó patak belterületi szakaszán (Kismaros településen). Hidrológiai Közöny, 84(4): 27–33.
- Örségi Nemzeti Park Igazgatóság 2010: Élőhelyrekonstrukciós munkák. A Lahn patak rekonstrukciója. http://onp.nemzetipark.gov.hu/?pg=menu_2801.

Abstract

PROBLEMS OF SMALL STEAMS AND THEIR WATERSHEDS FOCUSING ON LANDSCAPE DEVELOPMENT

EMŐKE BARDÓCZYNÉ SZÉKELY

Szent István University, Institute of Environmental Management, Department of Nature
Conservation and Landscape Ecology
H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1., Hungary, e-mail: szekelyemoke@gmail.com

The article presents case studies on different water streams. First the advantages of reservoirs are presented on the example Bode river. The article describes then the first steps of a revitalisation project on the example stream Morgó, where the technological solution is based on fishfaunistical expert's report as well. The aim of the project was to create various habitat, the more balanced distribution of the stream bed's descent, or naturizing the already existing barrages. Then some details are presented about the research related to modifications in the morphology of water course taken place on Lahn Stream. Finally the Rákos stream counts as example for the balance of clear and drain waters.

AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS HATÁSA A KISVÍZI LEFOLYÁSRA – MÓDSZERTANI TANULMÁY A ZAGYVA PÉLDÁJÁN

NOVÁKY BÉLA

Szent István Egyetem, Természetvédelmi és Tájökológiai Tanszék
2103 Gödöllő, Páter K. u. 1., e-mail: novaky.bela@kti.szie.hu

Összefoglalás

A kisvizek több hazai vízfolyáson növekvő tendenciát mutatnak az utóbbi évtizedekben, jóllehet az éghajlat melegeedett és a csapadék csökkent. A növekvő tendencia az antropogén hatásokkal magyarázható, mint a tározók lefolyás szabályozása, a felszín alatti vizek használat utáni felszíni vizekbe vezetése. A tanulmány a Zagyva jásztelki vízgyűjtőjének hosszú idejű kisvízi lefolyás idősorát felhasználva módszertani példát mutat be a kisvízi lefolyás éghajlati és antropogén hatások szerinti szétválasztására. A kisvízi lefolyás idősora szétválasztható egy csapadéktól függő és attól független idősorra. A csapadéktól függő idősor csökkenő, a független idősor emelkedő tendenciát mutat. Ez utóbbira a tározó hatásokat figyelembe véve, elsőfajú szakadásos lépcsős függvény szerinti trendet illesztettünk, amelynek leválasztásával kapott maradék idősor véletlenszerű folyamat. A tanulmány következtetése, hogy az éghajlat következő évtizedekben folytatódó melegedése és szárazódása esetén a természetes kisvizek további csökkenése lehetséges, amit a meglévő tározók eredményesen ellensúlyozhatnak.

Kulcsszavak: kisvízi lefolyás, éghajlati és antropogén hatás, a kisvízi lefolyás szétválasztása, éghajlatváltozás

Bevezetés

Vízfolyásainkon a vízgazdálkodás szempontjából kritikus kisvizek (hasznosítható vízkészlet, vízminőség, mederbeli vízhasználat) jellemzően a nyárvégi, őszeleji hónapokban fordulnak elő. Ennek okai elsősorban éghajlatiak: a hőmérséklet növekedése miatt növekszik a párolgás és csökken a csapadék lefolyást adó hányada. A kisvizek nagysága attól is függ, hogy milyen a vízfolyás felszíni és felszín alatti táplálásának aránya, ami főként a vízgyűjtő geológiai, talaj, domborzati adottságai szerint változik. A kisvizek alakulásában, a természeti tényezők mellett, számottevő szerepük van az antropogén eredetű hatásoknak is, így a vízgyűjtőben a területhasználat változásának, a vízrendezési és vízkészlet-gazdálkodási beavatkozásoknak, utóbbi esetében a tározásnak, átvezetésnek, a felszín alatti vizeknek a használat után felszíni vizekbe történő bevezetésének.

A kisvizek legrégebbi, máig leggyakrabban használt hidrológiai jellemzői az évi kisvízhozam és az augusztusi 80%-os vízhozam. Hazai vízkészlet-gazdálkodásunk az augusztusi 80%-os, azaz sokévi átlagban a hónap napjainak 80%-ában meglévő vízhozamot tekinti hasznosítható természetes vízkészletnek, ami a mértékadó hasznosítható vízkészlet számításának is alapja. A két alapvető kisvízi jellemző mellett több további, a napi vízhozamok (és vízállások) idősorából képezhető mutatót, pl. adott vízhozamhoz (vízálláshoz) viszonyítva számított vízhiány időtartam, vízhozam- és víztömeghiány átlagos és legnagyobb értékei is javasoltak. A mutatókat, a számításuk elméleti hátterét, továbbá a matematikai statisztikai jellemzésük elméleti alapjait a IV. Országos Vízgazdálkodási Kereterv (OVH, 1984) háttéranyagául szolgáló „Magyarország vizeinek műszaki-hidrológiai jellemzése. A Felső-Tisza jobb parti vízrendszere” kötet (Zsuffa, 1985) részletesen bemutatják, az egyes vízfolyásokra az eredményeket a vízrendszerenként vagy vízgyűjtőnként kidolgozott további kötetek közlik (a Zagyvára pl. Nováky, 1985).

A kisvizek az elmúlt évtizedekben több vízfolyáson növekedést mutatnak (Konecsny, 2000; Szalay, 2000). A határainkon túlról érkező nagyobb alföldi vízfolyásainkon (Túr, Szamos, Kraszna, Berettyó, Körösök, Maros) a kisvizeket az 1980-as évektől kedvező változás jellemzi: növekvő minimális vízhozamok, a kisvízi időszakok csökkenő időtartama és víztömeghiánya, a kisvízi időszakok között eltelt időszak hosszának növekedése (Konecsny, 2010). A kedvező változás annak ellenére jellemző, hogy az éghajlat szárazabbá vált, a hőmérséklet emelkedése a csapadék csökkenésével párosult. A kisvizek növekedésének oka elsősorban a hasznosítható vízkészlet növelését szolgáló tudatos antropogén beavatkozások. Különösen jelentős lehet a tározás hatása. A Krasznán például a határon túli Varsolcnál épített tározó 1979-ben történt üzembe helyezését követően az évi kisvízhozam ugrásszerűen $0,86 \text{ m}^3/\text{s}$ -mal, közel négyszeresére emelkedett. Az ugrásszerű növekedés a hosszabb 1948–1996 évi időszakot tekintve lineáris növekménynek felel meg (Konecsny és Sorocovshi, 1996).

Vizeink járásában általában, s talán leginkább szembetűnő módon a kisvizeinkben, egyszerre vannak jelen az éghajlati és az antropogén eredetű hatások. Az utóbbi lehet magyarázat az éghajlat szárazodása és a kisvizek növekedése közötti látszólagos ellentmondásnak. Fontos tehát a kétféle eredetű hatás szétválasztása kisvizeinkben. A kétféle hatás szétválasztása lehet az első lépés a kisvizek változásának korrekt kimutatásában és okainak felderítésében. A szétválasztás szükségessége különösen indokoltá válik az éghajlatváltozás hatásainak vizsgálatában. Tanulmányunk ennek megfelelően alapvető célként tűzi ki, hogy milyen lehetőség van az éghajlati és nem-éghajlati hatások szétválasztására, majd módszertani jelleggel, előrejelzést ad a vizsgált vízfolyás kisvizében éghajlatváltozás esetén várható változásra.

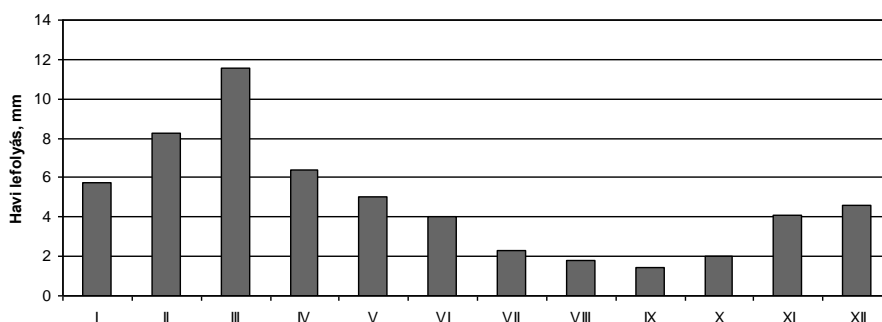
Anyag és módszer

Vizsgálatunkat a Zagyva vízgyűjtőjére végeztük. A Zagyva a Tisza jobboldali mellékfolyója, a csaknem egészében határainkon belül elhelyezkedő vízgyűjtőjének domborzati tagoltsága jelentős, geológiai felépítése változatos. Kis kiterjedése következtében a vízgyűjtő éghajlata fő vonásaiban egységes, területi változékonysága elsősorban a domborzati tagoltsággal magyarázható. A számottevő magassági tagoltság miatt az átlagos évi csapadék nagyjából 500 és 750 mm között, az évi középhőmérséklet 7 és $10,5^\circ\text{C}$ között változik.

A kisvízi lefolyás vizsgálatában a Zagyva jásztelki szelvényének 1928–1987 közötti havi lefolyás adatait használjuk fel. Az eredetileg a VITUKI adattárából származó adatok néhány korábbi kutatási jelentésünkből (Nováky és Szilágyi, 1990; Nováky, 1994) rendelkezésünkre állt. Megjegyezzük, jóllehet a lefolyás adatok a jásztelki szelvényre 1901-ig visszamenőleg is megvannak, a rövidebb időszak választása mellett azért kellett dönteni, mert a csapadék és a hőmérséklet adatai a hosszabb időszakra nem álltak rendelkezésünkre. Jelen vizsgálathoz a csapadék és hőmérséklet havi értékeit ugyancsak a korai vizsgálatainkból vettük át, és ezzel elkerülhettük a hazai meteorológiai adatok beszerzését általában jellemző nehézségeket. A Zagyva jásztelki vízgyűjtőjére a havi csapadék és középhőmérséklet területi átlagait az 1928–1987 közötti időszakra állítottuk elő a csapadéknál 14 meteorológiai állomás: Verseg, Pásztó, Ecséd, Rónafalú, Jászberény, Tarnaméra, Kompolt, Kápolna, Erdőtelek, Hatvan, Zsámbok, Salgótarján, Kisterenye és Mátraverebély, a hőmérsékletnél 2 meteorológiai állomás, Kompolt és Salgótarján adatainak felhasználásával. A csapadék adatait az Országos Meteorológiai Szolgálat hivatalos kiadványából (Hajósy et al., 1975) vettük át, amelyben az állomásonkénti csapadékok havi értékei az észlelések kezdetétől 1970-ig megtalálhatók. Az 1970. utáni csapadékadatok forrása a Vízrajzi Évkönyvek voltak. A havi középhőmérséklet adatait az OMSz adattárából szereztük be. Az időben csupán 1987-ig terjedő adatsorokat az elsősorban módszertani jellegű vizsgálathoz elégségesnek véljük, sőt mivel a globális melegeedés, és nyomában az éghajlatváltozás az 1970-es évek végétől jelentkezik intenzíven (IPCC, 2007), az esetleges hatásukkal kevésbé érintett idősorok megválasztását egyenesen kívánatosnak is véljük.

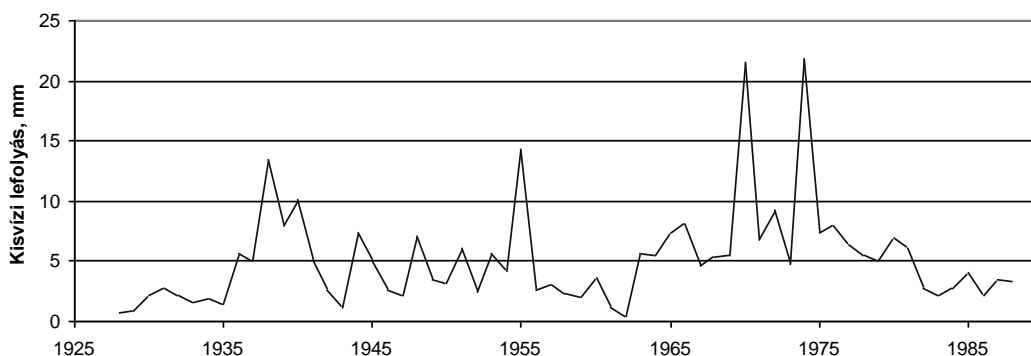
Az évi lefolyás éven belüli megoszlása sokévi átlagban a Zagyván is a hazai vízfolyásokra általánosan jellemző képet mutatja (**1. ábra**). A legnagyobb havi lefolyás a kora tavaszi hónapban,

márciusban fordul elő, ezt követően a havi lefolyás csökken és a nyár végén, ősz elején éri el minimumát, majd ezt követően növekszik. A háromhavi lefolyás minimuma az augusztus-október hónapokban van, e három hónapot tekintettük további vizsgálatunkban a kisvízi időszaknak. A kisvízi időszakra az évi lefolyás alig valamivel több mint 5%-a esik. A kisvízi lefolyás sokévi átlagos értéke a rövidebb, vizsgált időszakra 5,21 mm, szórása 4,21 mm, a változékonysági tényezője (relatív szórása) 0,81.



1. ábra Az átlagos havi lefolyás éven belüli megoszlása
Figure 1. The distribution of the average monthly flow within year

A kisvízi lefolyást az 1928–1987. években emelkedő tendencia jellemzi (**2. ábra**).



2. ábra A kisvízi lefolyás időszora az 1928–1987 közötti években (Zagyva, Jásztelek)
Figure 2. Time series of low flow between 1928–1987 yeas (River Zagyva, Jásztelek)

A kisvízi lefolyás évi idősorát, a különféle – éghajlati, antropogén és véletlen – eredetű hatásoknak megfelelően, az

$$R_{\min} = R_{\min(C)} + R_{\min(t)} + R_{\min(e)}$$

formában választjuk szét, ahol $R_{\min(C)}$ az éghajlattól függő, azaz az éghajlati kisvízi lefolyás, $R_{\min(t)}$ a trendszerű összetevő, ami az antropogén hatásokra utalhat, $R_{\min(e)}$ a véletlen összetevő, ami a meglévő ismereteink szerint okságilag nem magyarázható.

A szétválasztást az $R_{\min(C)}$ éghajlati összetevővel kezdjük. Az éghajlati összetevő a kisvízi lefolyás észlelt idősorára illesztett, az éghajlati elemek (csapadék, középhőmérséklet) bevonásával szerkesztett regressziós kapcsolatból számított idősor. A regressziós kapcsolat vizsgálatát az úgynevezett mértékadó időszak kiválasztásával kezdjük, mértékadónak tekintve azt az egy vagy több hónapból álló időszakot, amelynek csapadéka vagy középhőmérséklete, lineáris kapcsolatot feltételezve, a legszorosabb korrelációban van a kisvízi lefolyással. A mértékadó időszak kiválasztását a hidrológiai gyakorlatban esetenként alkalmazott hálós optimalizációs eljárást követve végeztük el változónak tekintve a csapadék-időszak kezdő hónapját és a hónapok számát (**1. táblázat**).

Második lépésként az észlelt és a regressziós kapcsolatból számított éghajlati kisvízi lefolyás értékei közti különbség idősorra különféle megközelítésű trendet illesztünk, s döntünk valamelyik elfogadása mellett. Első közelítésben három trendtípust vizsgáltunk: az általánosan elfogadott lineáris és exponenciális trendek mellett az ugrásszerű változást feltételező, illetve jelző lineáris, elsőfajú szakadékos lépcsős függvényt is. A lépcsős függvényen alapuló trend illesztésénél a teljes, 1928–1987 időszakot olyan két részütszakra osztjuk – a két részütszaktól elválasztó év folyamatos léptetésével –, amelyek egyenkénti idősorában trend nem mutatkozik. A vizsgálat trendek közötti döntésben figyelembe vesszük a kisvízi lefolyás alakításában számottevő szerepet játszó antropogén beavatkozásokról, azok időbeli alakulásáról meglévő ismereteket.

Az éghajlati és trendösszetevők leválasztása után kapott maradéksor véletlenszerűségét az idősor autokorrelációs függvényével, illetve a csúcspróbával (Dévényi és Gulyás, 1988) ellenőrizzük. A csúcspróba használata esetén előbb számoljuk az

$$U_n = \alpha_n - M[\alpha_n] D[\alpha_n]^{-1}$$

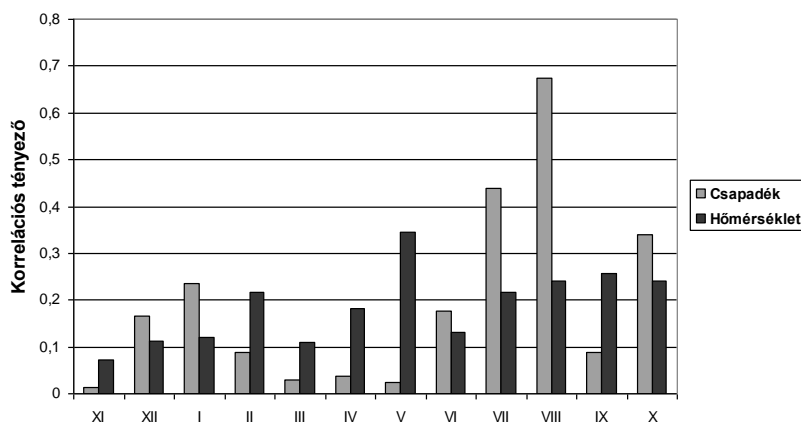
próbatasztikát, ahol α_n az idősor azon értékeinek száma, amelyek mindkét szomszédjánál egyszerre kisebbek vagy nagyobbak, továbbá $M[\alpha_n] = 2(n-2)/3$, és $D^2[\alpha_n] = (16n-29)/90$, ahol n az idősor elemeinek száma.

A jövőben várható éghajlatváltozás inkább csak tájékoztató jellegű hatásainak becslésére az éghajlati kisvízi lefolyásra, az észlelt kisvízi lefolyási idősor szétválasztása során kapott regressziós kapcsolatot használjuk fel, a regressziós kapcsolat bemenő változójaként az éghajlati forgatókönyv(ek) kimeneti értékeit fogadva el. A becslés megbízhatóságát a véletlen összetevő alapján értékeljük. Az éghajlati hatásvizsgálatban a MTA köztestületi stratégiai kutatási jelentésében közreadott, legfrissebbeknek tekinthető éghajlati forgatókönyvekből indultunk ki (Bozó, 2010).

Eredmények

A kisvízi lefolyás éghajlati összetevőjének leválasztásához mindenekelőtt vizsgáltuk az egyes hónapok csapadéka, illetve hőmérséklete és a kisvízi lefolyás közötti havonkénti korrelációs kapcsolatokat. A havi korrelációk alapján (3. ábra) megállapítható, hogy

- a legszorosabb kapcsolatot az augusztusi csapadék adja, amit a július és az október hónapok csapadéka követ. A korrelációs függvénynek januárban további maximuma is van, ami a késleltetett (felszín alatt) összegyülekezésű téli csapadék hatását sejteti,
- a hőmérséklet hatása nem számottevő, a korreláció értéke a május havi kivételével 0,3 alatt marad.



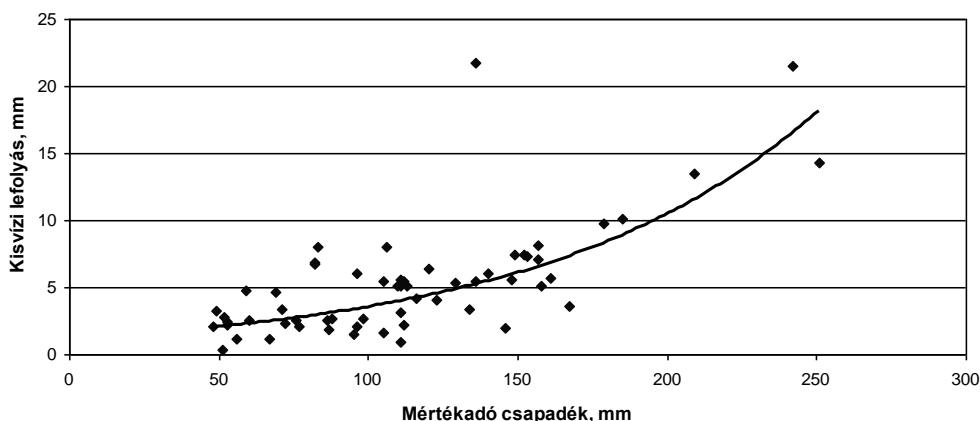
3. ábra A kisvízi lefolyás és a hónapok csapadéka és hőmérséklete közötti korrelációk
Figure 3. Correlation coefficients of low flow and monthly precipitation and temperature

Több hónapot tekintve a kisvízi lefolyás a legszorosabb kapcsolatban a július-augusztus hónapokból álló kéthavi időszak csapadékával van (**1. táblázat**), ezt az időszakot tekintettük tehát mértékadónak, az időszak csapadékát pedig mértékadó csapadéknak. (Megemlítjük, hogy lényegében hasonlóan szoros összefüggés van a kisvíz lefolyás és a július-október, illetve a kizárólag augusztus hó csapadéka között.)

A kezdő hónap	A hónapok száma			
	1	2	3	4
Június	0,178	0,367	0,615	0,630
Július	0,438	0,691	0,662	0,682
Augusztus	0,675	0,572	0,585	
Szeptember	0,088	0,301		
Október	0,339			

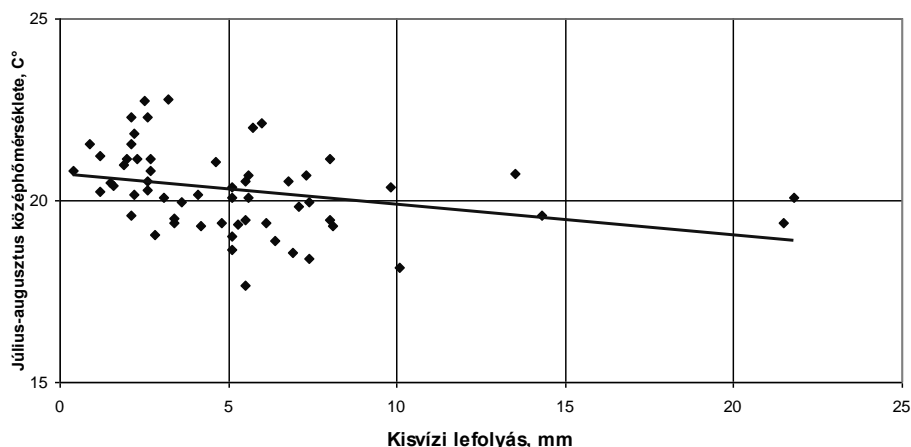
1. táblázat A korrelációs tényező a csapadék számítására választott hónapok függvényében
Table 1. Correlation coefficients depending on the selected months for the calculation of the precipitation

A mértékadó időszak kiválasztása után vizsgáltuk az időszak csapadéka és a kisvízi lefolyás között nemlineáris kapcsolatot is (**4. ábra**), amelynek szorossága – az észlelési tartományon belül – azonban lényegében nem különbözött a lineárisétól.



4. ábra A kisvízi lefolyás és a mértékadó csapadék közötti nemlineáris kapcsolat
Figure 4. Non-linear relationship between low flow and design precipitation

A hőmérséklet esetében is a július-augusztus időszakot fogadtuk el mértékadónak. Ezen időszak középhőmérséklete és a kisvízi lefolyás közti kapcsolat szorossága 0,314 korrelációs tényezővel jellemezhető, ami kissé alacsonyabb, mint a legszorosabb kapcsolatot biztosító május havi középhőmérséklettel kapott érték. A mértékadó időszak középhőmérsékletének csökkenésével – a várható képnak megfelelően – a kisvízi lefolyás erőteljesen növekszik (**5. ábra**).



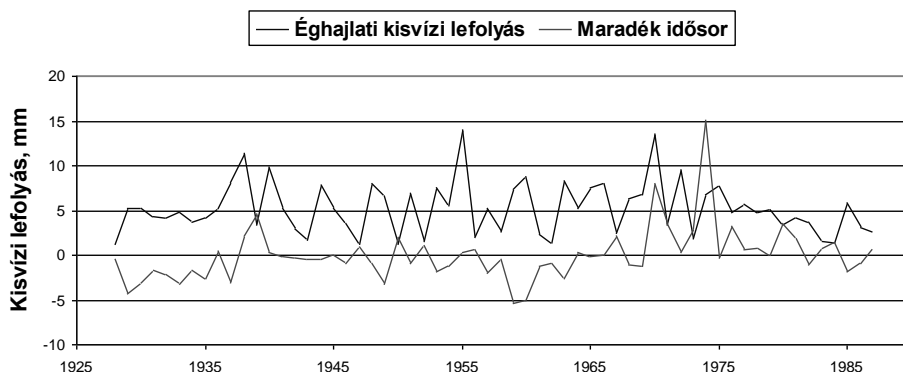
5. ábra A kisvízi lefolyás és a mértékadó időszak (július-augusztus) középhőmérséklete korrelációs kapcsolata

Figure 5. Correlation coefficient of low flow and average temperature of design period (July-August)

A hőmérséklet bevonása a csapadék-lefolyás regressziós kapcsolatba a kapcsolat szorosságát nem növeli. A kisvízi lefolyás éghajlati összetevőjét, az éghajlati kisvízi lefolyást ezért csak a csapadékot figyelembe vevő

$$R_{\min(C)} = 0,0634P_m - 1,878$$

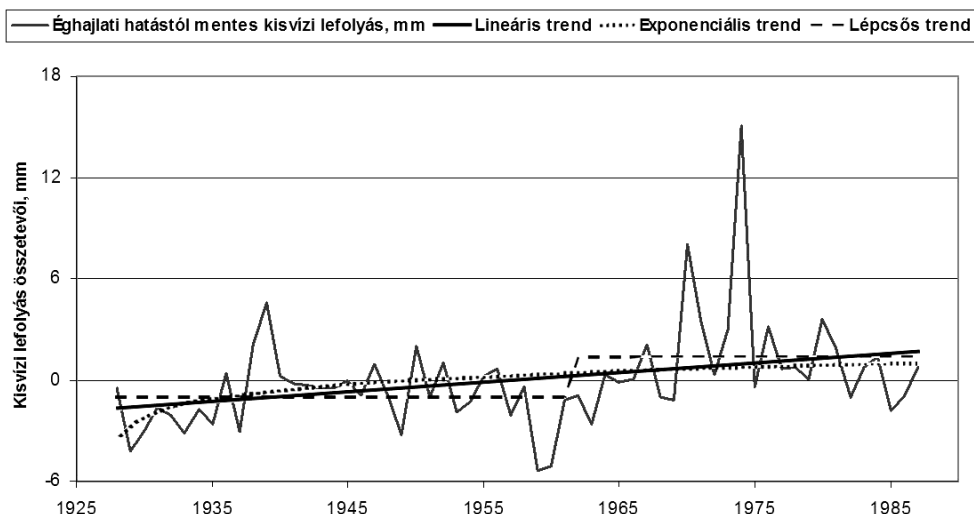
alakú lineáris regressziós összefüggéssel írjuk le, ahol P_m a mértékadó időszak csapadéka. Az $R_{\min(C)}$ éghajlati lefolyás idősorát, amint várható volt, csökkenő tendencia jellemzi (**6. ábra**), a szétfejtéssel kapott éghajlati lefolyás idősora és az éghajlati hatástól megszűrt idősor közötti korrelációs együttható 0, azaz az éghajlati idősor független az éghajlatilag nem magyarázott idősortól.



6. ábra A kisvíz lefolyás szétfejtése az éghajlati kisvízi lefolyás és a maradék idősorra

Figure 6. Separation of low flow time series by climate low flow and residual time series

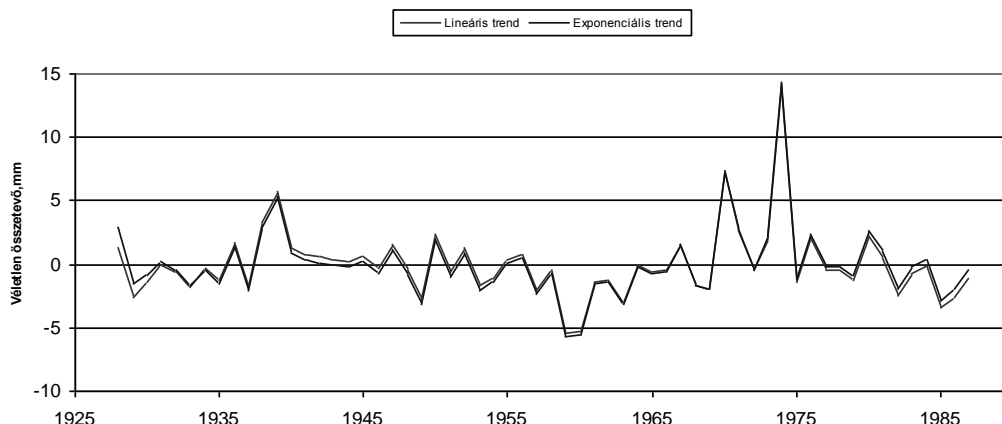
Az éghajlati kisvízi lefolyás leválasztása után kapott, egyéb hatásokat még tartalmazó idősor számottevő tendenciát mutat, amint azt az idősorra illesztett, különféle típusú trendek igazolják (**7. ábra**). A lépcsős függvényen alapuló, ugrásszerű változást feltételező trend esetében a teljes időszakot kétfelé osztó év az 1961. volt, amire alkalmas próbálgatásokkal, az elválasztás évének folyamatos léptetésével találtunk rá a módszer leírásában írt feltétel betartása mellett.



7. ábra Trendek illesztése az éghajlati hatástól mentes kisvízi lefolyás idősorára
Figure 7. Fitting the trends to low flow time series to be separated from the climate effects

Az éghajlati kisvízi lefolyás leválasztásával kapott maradék idősorra illesztett trendek azt támasztják alá, hogy ebben az időszakban, az éghajlat kiváltó és meghatározó szerepe mellett, további hatások is érték a kisvízi lefolyás időbeli alakulását. Ilyen lehet mindenekelőtt a tározóknak a kisvízi lefolyást növelő hatása. Ismeretes, hogy a vízgyűjtőben számos ipari, mezőgazdasági és kommunális célú tározó épült ki. A tározók létesítésének időbeli üteméről pontos információval nem rendelkezünk, meglévő ismereteink szerint a többségük kiépítése az 1960-as évektől lehetett. 1980-ig 45 tározó épült ki, amelyek együttes térfogata közel 40 millió m³, ami a vízgyűjtő évi átlagos vízkészletének 14%-át teszi ki (Nováky, 1985). E tározók alapvető célja a kisvízi időszak hasznosítható vízkészletének növelése, hatásuk a kisvízi lefolyás növekedésére nyilvánvaló. A tározók mellett a kisvízi lefolyást a különféle hasznosítási, vagy víztelenítési céllal felszín alól kivett vizek használat utáni vagy közvetlen felszíni vízfolyásba eresztése is növelhette, ennek nagyságát a felszín alatti vizekben szegény vízgyűjtőben általában nem tekintjük jelentősnek. Az antropogén hatásokban a legjelentősebb fordulat az 1960-as évek elején következhetett be, ami jól egybeesik a lépcsős trendfüggvény által jelzett ugrásszerű változás időpontjával. A statisztikai és fizikai alapú vizsgálat eredményei egybehangzóak, egymást kölcsönösen erősítik. A további vizsgálathoz a trendhatást a lépcsős függvény által kijelölt szerint fogadtuk el.

Az éghajlati hatástól mentes kisvízi lefolyás idősorának a trendösszetevő leválasztásával előzőek szerint kapott maradék idősora 0 várható értékű, autokorrelációtól és trendtől mentes véletlen idősor. Az idősor véletlenszerűségét igazolja a csúcspróba: a próbastatisztika $U_n = 0,415$, ami alapján 99% valószínűséggel dönthetünk arról, hogy a maradék idősor fehér zajszerű folyamat, amelyből további lényeges információ a kisvízi lefolyás viselkedésére nem nyerhető. A különböző trendek leválasztásával kapott maradék idősor egyébként egymástól alig különbözik, amint azt a lineáris és exponenciális trendek illesztése után kapott maradék idősorok összehasonlítása is mutatja (8. ábra).

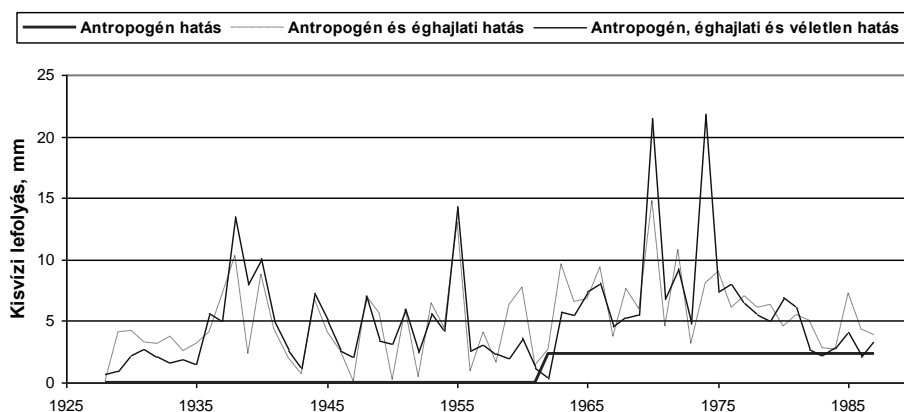


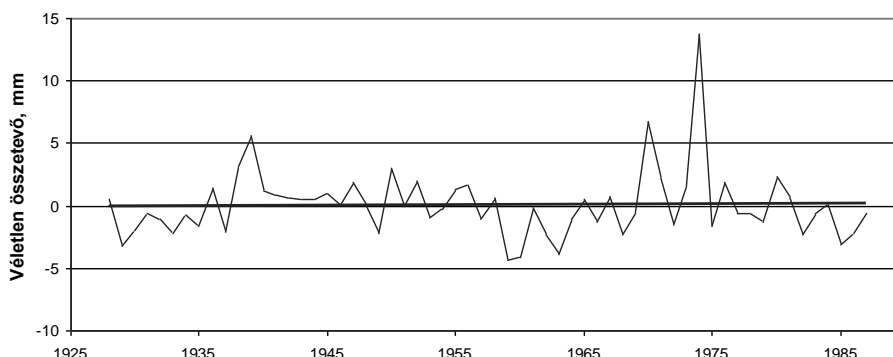
8. ábra A kisvízi lefolyásnak az éghajlati és trendhatások kiszűrése utáni maradék időszora
Figure 8. The residual time series after separating the climate and trend effects

A lépcsős függvény szerint illesztett trendvonal szerint az 1961-et követő években a tározók hatására, az 1961–1987 évek átlagában, a kisvízi lefolyás mintegy 2,3 mm-rel növekedett. Ezekre az évekre az antropogén eredetű növekményt rendre levonva az észlelt kisvíz lefolyás évi értékeiből, előállítható a kisvízi lefolyás antropogén hatásoktól mentes(nek tekinthető), csupán az éghajlati és véletlen hatásokat tükröző, javított időszora. A javított kisvízi idősor – a korábbi vizsgálati eredményeinkhez hasonlóan – szoros kapcsolatban van a július-augusztus hónapok csapadékaival, mi több, a kapcsolat korrelációs szorossága még némileg növekedett is az antropogén hatásokkal terhelt kisvizek esetében jellemző 0,691-ről 0,727-re. Ez azt is jelenti, hogy a kisvízi lefolyás változékonyságának mintegy felét magyarázza az éghajlat, nevezetesen a nyári csapadék változékonysága. Változott a csapadék és a kisvízi lefolyás közötti regressziós kapcsolat is, ami így

$$R_{\min(C)} = 0,0634P - 2,874$$

alakban írható fel. A kisvízi lefolyás éghajlati és antropogén hatásoktól mentesített maradék időszora 0 várható értékű, véletlen idősor – a szétfejtés sikeres volt.





9. ábra A kisvízi lefolyás idősorának szétfejtése éghajlati és trend idősorra (felül), illetve maradék idősorra

Figure 9. Separation of the low flow time series by climatic flow and trend time series (above) and residual time series (below)

A lépcsős trend kiszűrésével véglegesített éghajlati kisvízi lefolyás az 1928–1987 időszak között – a nyári csapadékot jellemző tendenciához hasonlóan – némi csökkenés jellemezte. A csökkenés a teljes időszakban 0,4–0,5 mm érték körüli, és ez mintegy 10%-os tendenciaszerű fogyatkozást jelent. A természetes csökkenést az antropogén hatások, mindenekelőtt a tározók létesítése nemcsak megállította, de a 2,3 mm tározott többletével emelkedőre fordította. A tározó beavatkozás sikeres volt, nélküle vízhiánnyal összefüggő gondok, vélhetően, korábban már jelentkeztek volna. Az éghajlat hatását tekintve figyelemre méltó, hogy az 1928–1987 időszakban a július-augusztusi (azaz lényegében a nyári) csapadék csupán 5–6%-kal csökkent és okozta a természetes kisvízi lefolyás ennél mintegy kétszerte nagyobb 10% körüli tendenciaszerű csökkenését, ami arra utal, hogy a csapadékban beálló tendencia jellegű változások a lefolyásban felerősödnek. Ez annál is inkább figyelemreméltó, mivel az adott időszakban a hőmérséklet csökkent, és ami okságilag a lefolyás inkább növekedését indokolná.

Az eredeti, észlelt kisvízi lefolyás idősor szétválasztása az éghajlati, antropogén eredetű és véletlen hatásokra azt mutatja, hogy a kisvízi lefolyás évi változékonyságában nagyjából egyforma súlyú szerepe van az éghajlatnak és a véletlennek, a tározás a változékonyságban nem játszik szerepet. Az éghajlat jelentős szerepéből következik, hogy az abban bekövetkező változás hatással lesz a kisvízi lefolyásra. Újabb éghajlati forgatókönyvek (Bartholy et al., 2010; Bozó, 2010) szerint a Zagyva vízgyűjtőjében a nyári csapadék a 2020–2040 években az egyes regionális forgatókönyvek szerint (REMO, ALADIN, RegCM) 0–7% csökkenése lehetséges, és számolni kell a hőmérséklet mintegy 0,7 C° emelkedésével. A csapadék csökkenése következtében a kisvízi lefolyás várhatóan 0–0,5 mm-rel kevesebb lehet. A lefolyás csökkenése ezt meghaladó is lehet, tekintettel a hőmérséklet emelkedésére. A csökkenést azonban a tározók hatása vélhetően ellensúlyozni képesek, jóllehet azok párolgási vesztesége nagyobb lesz a hőmérséklet emelkedése miatt. Valószínűsíthető azonban, hogy a kisvízi időszakban a vízzel kapcsolatos gondok megnövekednek.

Megvitatás

A tanulmány egy egyszerű, részletes adatokat nem igénylő, illetve azok hiányában is eredményesen alkalmazható eljárást mutat be a kisvízi lefolyásnak az éghajlati és antropogén eredetű hatások szerinti szétválasztására alapvetően a matematikai statisztika eszközeire támaszkodva. A kapott eredmény megegyezik az oksági összefüggések alapján elvárható képnek, nem mond ellent az antropogén hatások csupán intuíciónk alapján várható következményeinek. Az eljárás meggyőzően alátámasztja, hogy az antropogén hatás elfedheti az éghajlati hatásokat, és akár feledtetheti ez utóbbiak szerepét a kisvizek jövőjét illetően. Teljes bizonyosságot azonban egyetlen

csupán módszertani példaként végzett vizsgálatunk nyilvánvalóan nem adhat. Érdemes lenne a módszerrel vagy még inkább annak finomított változatával a vizsgálatokat elvégezni a Zagya teljesebb lefolyás idősorára, kiterjeszteni a hazai vízfolyásokra, különösen azokra, amelyek esetében az antropogén hatások, főként a tározás hatásai nyilvánvalóak. A módszer fejlesztési lehetőségeit elsősorban a fizikai-oksági összefüggések modellszerű használata jelentheti. Ez érintheti mind az éghajlati kapcsolatok, mind az antropogén hatások kapcsolatainak részletesebb vizsgálatát. A kisvízi lefolyás éghajlati összefüggései fizikai modellen alapuló meghatározása fontos lépés lehet a lefolyás idősor szétválasztása módszertani fejlesztésében. Ezek a modellek általában rendelkezésünkre állnak. Az antropogén hatások értékelése a beavatkozások pontosabb ismeretét igényli, aminek jó alapját képezheti a hazánkban évek óta évente összeállított vízkészlet-gazdálkodási jelentések. A módszertani fejlesztések, az azok alapján végzett vizsgálatok jobb megalapozást adhatnak az éghajlatváltozás várható hatásainak előrejelzésére, negatív következményeik esetén a szükséges vízkészlet-gazdálkodási intézkedések tervezéséhez.

Köszönetnyilvánítás

A MTA Szakosztályai 2010 májusában tudományos osztályüléseket tartottak. A Műszaki Szakosztály témája a víz volt. A rendezvény során a Szerző előadást tartott az éghajlatváltozás vizeinkre gyakorolt hatásairól, amelyben utalt arra, hogy Európában nyáron a hőmérséklet nő, és ez a csapadék csökkenésével párosulva, komoly gondokat okoz kisvízi lefolyásban, amint azt az Európai Környezeti Ügynökség 2008. évi feltáró tanulmánya is bemutatja. Az előadást követő kötetlen beszélgetésben Konecsny Károly megemlítette, hogy vizsgálatai szerint több hazai kisvízfolyáson az éghajlatváltozás várható hatásától eltérően a kisvizek emelkedő tendenciát mutatnak ellentmondva az előadásban bemutatott jövőképek. Az általa felvetett ellentmondás feloldásának igénye késztetett a cikk megírására. Köszönet Konecsny Károlynak a felvetéséért!

Irodalom

- Bartholy J., Pongrácz R., Csima G., Horányi A., Pieczka I., Szabó P., Szépszó G., Torma Cs. 2009: 2021–2040-re várható éghajlatváltozás a Kárpát-medence térségében magyarországi regionális klímamodellek együttes kiértékelése alapján. Alapozó tanulmány a Környezeti jövőkép – környezet- és klímabiztonság stratégiai programhoz (kézirat).
- Bozó L. (szerk.) 2010: Környezeti jövőkép - környezet- és klímabiztonság. MTA Köztestületi Stratégiai Programok. Budapest.
- Dévényi D., Gulyás, O. 1988: Matematikai statisztikai módszerek a meteorológiában. Tankönyvkiadó, Budapest. 446 p.
- Hajósy F., Kakas J., Kéri M. 1975: A csapadék havi és évi összegei Magyarországon a mérések kezdetétől 1970-ig. Az OMSz hivatalos kiadványai, XIII. kötet, Budapest.
- IPCC, 2007, Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikoff, P. van den Linden and C. E. Hanson, Eds. Cambridge University Press. Cambridge. 976 p.
- Konecsny K. 2000: Az országhatáron túli tájalakítás hatása az Alföld vízviszonyaira. In: Pálfi I. (szerk.): A víz szerepe és jelentősége az Alföldön. A Nagyalföld Alapítvány kötetei, 6: 27–46.
- Konecsny K. 2010: A kisvizek hidrológiai jellemzői a román-magyar határ által metszett négy folyón. VIZKO - Mérnökök a Tiszáért Nemzetközi Vizgazdálkodás-tudományi Konferencia. 2010. június 3–4., Székelyudvarhely.
- Konecsny K., Sorocovshi, V. 1996: A víztározók lefolyásra gyakorolt hatása a Túr és Kraszna romániai és magyarországi vízgyűjtőterületén. A víz és vízi környezetvédelem a Kárpát-medencében Kongresszus. 1996. október, Eger.

- Nováky B. 1985: Magyarország vizeinek műszaki-hidrológiai jellemzése. A Zagyva. Vízgazdálkodási Intézet, Budapest.
- Nováky B. 1994: Az éghajlatváltozás várható hatása a vízháztartás szélsőséges eseményeire. In: Orlóczi I. (szerk.): Az éghajlatváltozás hatása a hidrológiai és vízminőségi paraméterekre. VITUKI, 59: 143–178.
- Nováky B., Szilágyi F. 1990: A globális felmelegedés hatása a felszíni vizek hidrológiai viszonyaira és minőségére. Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Központ, Budapest. 50 p.
- OVH 1984: Országos Vízgazdálkodási Keretters. Budapest.
- Szalay M. 2000: Az Alföld felszíni vízkészlete, in A víz szerepe és jelentősége az Alföldön (szerk.: Pálfi I.). A Nagyalföld Alapítvány kötetek, 6: 96–105.
- Zsuffa I. 1985: Magyarország vizeinek műszaki-hidrológiai jellemzése. A Felső-Tisza jobb parti vízrendszere. Vízgazdálkodási Intézet, Budapest.

Abstract

EFFECT OF CLIMATE CHANGE ON LOW FLOW – METHODOLOGICAL STUDY ON THE EXAMPLE OF RIVER ZAGYVA

BÉLA NOVÁKY

Szent István University, Department of Nature Conservation and Landscape Ecology
H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1., Hungary, e-mail: novaky.bela@kti.szie.hu

The low flow of Hungarian rivers shows an increasing tendency for the last decades, despite of the warming climate and decreasing precipitation. Increasing tendency can be explained by the anthropogenic effects, such as the regulation of the flow by water reservoirs and the partial inlet of the extracted groundwater into the river after its utilization. Using the long-term time series of the observed low flow of Zagyva River at Jásztelek hydrological station in the paper is given a methodological example of the separation of the time series by climatic and anthropogenic effects. Time series of low flow was separated into a time series depending on the precipitation and another one being independent of the climate. To the latter time series a trend with a jumping change was fitted regarding possible effects of the existing water reservoirs. The residual time series can be accepted as a stochastic one. The conclusion is that expected climate change in the next few decades would lead to decrease in the natural low flow but the decrease can be offset by flow regulation effect of existing water reservoirs.

Biodiverzitás szekció

ÉLŐHELYFEJLESZTÉS VS. ÉLŐHELYVÉDELEM – A PANNONHALMI VILÁGÖRÖKSÉGI HELYSZÍN FEJLESZTÉSI ALAPELVEI

POTTYONDY ÁKOS

Szent István Egyetem, Környezettudományi Doktori Iskola
2103 Gödöllő, Páter K. u. 1., e-mail: potakos@freemail.hu

Összefoglalás

A Pannonhalmi Bencés Főapátság és közvetlen természeti környezete 1996 óta az UNESCO világörökség része. A közel 50 hektáros terület jelentős része a Fertő-Hanság Nemzeti Parkhoz tartozó Pannonhalmi Tájvédelmi Körzet részét képezi, országos jelentőségű védett terület. A világörökségi helyszín 200 évre visszamenő tájtörténeti vizsgálatának ahhoz az eredményhez vezetett, miszerint a jelenlegi védett területek pontosan azonosak az évszázadokon keresztül intenzív művelés alatt álló, csupán 50–60 évvel ezelőtt felhagyott terület egységekkel. Ennek értelmében a jelenleg legértékesebbnek tekinthető élőhelyek csupán az elmúlt évtizedek során fejlődtek ki. Az évszázadokon keresztül állandó felszínborítással bíró területek, folyamatosan létező vonalas tájlemek ugyanakkor elhanyagolható arányban szerepelnek a jelenlegi védett élőhelyek között. A látszólagos ellentmondás feloldása az aktív tájhasználat mikéntjében rejlik. A világörökségi helyszín lakott terület, a Főapátság mellett működik rajta bentlakásos gimnázium, szociális otthon, valamint főiskola is. Az itt élő mintegy 400 ember mellett évente nagyságrendileg 100–120 ezer fő turista is felkeresi a helyszínt. A helybéliek és az ide érkező vendégek jogos igénye, hogy a helyszín rendelkezzen mindazon fizikai és szellemi infrastruktúrával, amely a XXI. században joggal elvárható egy világ szinten is komoly jelentőséggel bíró vallási és kulturális központtól. A terület használatának, fejlesztésének folyamatos igénye sok esetben kerül összeütközésbe a terület értékeire fókuszáló védelmi igényekkel. A szent és a profán, valamint a használati és védelmi szempontok összeegyeztetése csak és kizárólag hosszú távra készülő, szakmai alapokra helyezett, alaposan végiggondolt stratégiák mentén kivitelezhető.

Kulcsszavak: világörökség, természetvédelem, turizmus, területhasználat, konfliktus

Bevezetés

A Pannonhalmi Bencés Főapátság és közvetlen természeti környezete 1996-ban az alábbi két kulturális kategóriában lett a világörökség része:

- C - iv (4): egy építészeti stílus / együttes / technológia, vagy az emberiség történelme egy vagy több korszakát tükröző táj kiemelkedő példája;
- C - vi (6): kapcsolódik kivételes, egyetemes jelentőségű eseményekhez vagy élő hagyományokhoz, ideákhoz vagy meggyőződésekhez, művészeti vagy irodalmi művekhez.

Az UNESCO Világörökség Bizottságának döntése az épített és kulturális értékek mellett a bencés szerzetesek által évszázadok alatt létrehozott táji, tájképi elemek harmonikus egységét is elismeri. A jelenlegi világörökségi helyszín területhasználati módjai a történelem során folyamatosan változtak, igaz néhány (elsősorban) helyszín területhasználati módja viszonylag állandónak tekinthető. (Főapátság épületei, főutak, néhány lakóház stb.) A területhasználat változásával értelemszerűen a területnek az apátsági rendszerben betöltött rendeltetése, funkciója is megváltozott. Ha például egy korábbi szőlő helyén előbb gyümölcsöst, majd parkerdőt alakítottak ki, úgy a területhez való emberi viszonyulás, az adott terület ember által történő látogatottságának intenzitása is megváltozik.

A világörökségi helyszínt napjainkban évente mintegy 100–120 ezer látogatja meg turistaként. Az egy-két órát, de maximum pár napot itt töltő vendégek mellett a Főapátságban és a

Bencés Gimnázium Kollégiumában mintegy 400 fő lakik egész éven keresztül. A különböző intézményekben hozzávetőlegesen 100 fő dolgozik. Ez azt jelenti, hogy az itt megjelenő embertömeg létszámahoz képest nagyon kicsinek tűnő, nagyjából 50 hektár alapterületű világörökségi helyszínen nagyon jelentős az emberi jelenlét. Különösen igaz ez, ha végiggondoljuk, hogy ez a tömeg ráadásul a terület csak néhány pontjára koncentrálódik igazán (főbb látványosságok, utak, turisztikai kiszolgáló objektumok stb.). A területen található értékek fenntartható megőrzése érdekében olyan stratégiai terveket, kezelési koncepciókat kell kidolgozni, melyek egy időben teszik lehetővé a helyszín használatát, étellel való megtöltését, ugyanakkor megfelelő szabályozásokkal keretek közé is szorítja azt.

A különböző területhasználati koncepciók csak abban az esetben lesznek valóban használhatók, amennyiben azok a terület valós értékeinek, az adott helyszínt valóban fenyegető veszélyek valós megoldási javaslatának számbavételén alapulnak. Ennek értelmében elengedhetetlenül szükséges, hogy a vizsgált terület értékeit, valamint a fenyegető veszélyeket a lehető legnagyobb mélységig feltárjuk, s az eredményeket ezekbe a kezelési koncepciókba beillesszük. A világörökségi helyszínen az elmúlt években igen részletes természettudományos vizsgálatokat folytattunk, melyeket a területet vizsgáló, egyéb tudományágakat (építészet, vallástudomány stb.) képviselő munkatársak saját szakterületükön elkészített vizsgálati eredményei egészítették ki.

Anyag és módszer

Kutatásaim során a Pannonhalmi Világörökségi Helyszín területén az alábbi természettudományos vizsgálatokat folytattam.

- Talajtani kutatások:
 - talajvizsgálatok Pürkhauer-féle szűrőbotos technikával;
 - talajszelvények vizsgálata a terület adottságait leginkább tükröző helyszíneken;
 - talajmintavétel, a talajösszetevők laboratóriumi elemzése.
- Botanikai kutatások:
 - a területen található növényfajok egész éven át történő határozása, lehetőség szerint teljes fajlistájának összeállítása;
 - a terület flórájáról készült korábbi tanulmányok megismerése;
 - az Apátsági Arborétum teljes növényállományának részletes felmérése, a jelentősebb egyedek kiválasztása, kitáblázása;
 - a jelenlegi és a múltbéli állapotokra is kiterjedő élőhely térképezés.
- Állattani kutatások:
 - madárgyűrűzés;
 - odútelepek létesítése.

A jelenlegi állapotokat, illetve a korábbi korok állapotait feltűntető élőhely térképek elkészítéséhez értékes adatokkal szolgált a mintegy 40.000 darabból álló Apátsági Fotótár, valamint a levéltárban őrzött korai ábrázolások egy része.

Az elkészített élőhely térképen az élőhelyek típusait az Európai Élőhely-osztályozási Rendszer (GHC) kategóriái szerint jelöltem. A módszer kategóriái több előzetes európai projekt munkájából születettek meg, melyben nagy szerepe volt az EBONE kézikönyvnek, de alapját a BioHab Handbook (Bunce at al., 2005; Bunce et al., 2008) adja. A térképezési módszer alkalmas farmok területének térképezésére, kiterjesztve azt a gazdaságok teljes területére.

Kutatásaim során tovább megvizsgáltam, hogy mik azok az alapvető területhasználati funkciók, melyek a világörökség területen hosszabb-rövidebb időre jelen voltak.

Eredmények

A Pannonhalmi dombság a Dunántúl északi részén, a Kisalföld közepén helyezkedik el. A Bakony északnyugati előtere és a Győri-medence süllyedéke közt három, egymással párhuzamos

dombvonulat húzódik, melyek élesen elkülönülnek a szomszédos tájtól, mindenfelől alacsony hordalékkúp-síkságok keretezik őket. A térszín kb. 150 méterrel magasabb a környéknél, tehát a Kisalföldből szigetszerűen emelkedik ki. Ezen okokból kifolyólag a térség önálló egységként vizsgálható, sajátos mikroklímával, talajtani és élővilági adottságokkal rendelkezik.

A dombság földtani felépítését tekintve felsőpliocén eredetű, lejtőüledékekkel és homokos lösszel borított terület (Stefanovits, 1963). A völgyi részeken egyfajta allúvium található, amit egy erózióknak erősen kitett lépcsős felszín követ, legfelül kiemelt dombhátat találunk (Hortobágyi, 1980; Pottyondy et al., 2005). A terület erózió által nagymértékben veszélyeztetett, a meredek lejtőkön az eredeti barnaföld zömmel a talajképző kőzetig lepusztult, ami a vegetáció állapotán is kiválóan nyomon követhető.

A terület a növényföldrajzi besorolás szerint az Alföldi flóraidék (*Eupannonicum*) *Arrabonicum* flórajárásának és a Dunántúli-középhegység (*Bakonyicum*) flóraidék *Vesprimense* flórajárásának határán fekszik. Magyarország természetes növénytakaró térképe szerint a termőhely klímáját 50% relatív páratartalom és 600–800 mm-es évi csapadék jellemzi. Ennek megfelelően az eredeti (zonális) erdőtakarulás minden valószínűség szerint cseres-tölgyes (*Quercetum petraeae-cerris*) volt, melyben helyenként nyílt társulások (homokpusztagyepek (*Festucetum vaginatae*) és pusztagyepek (*Festucion sulcatae*)) is megjelenhettek.

A területen tökéletesen háborítatlan élőhely ma már nem található. A hegység és a síkság közti átmeneti dombvidék élővilága ugyanakkor – az élőhelyi változatosságnak megfelelően – meglehetősen nagy diverzitású, heterogén. A terepi vizsgálataink szerint elkészítettem a világörökségi helyszín élőhely térképét (**1. ábra**), amelyen az élőhelyek típusait az Európai Élőhely-osztályozási Rendszer (GHC) kategóriái szerint jelöltem.

Az egész térségre kiterjedő madártani kutatásaink során mintegy 250 fajt sikerült megfigyelnünk. Ezek között olyan ritkaságok is találhatók, mint a hajnalmadár (*Trichodroma muraria*), vagy az európai viszonylatban is gazdag populációt alkotó gyurgyalag (*Merops apiaster*).

Az Apátsági Fotótár részletes átvizsgálása során mintegy 200 olyan fotót találtam, melyek jelen kutatásban felhasználhatóak. Ezek többsége (mintegy 60%-a) az 1900-as évek második feléből származik. Jelentős azonban azon felvételek száma is, melyek a Magyar Millennium idején, 1896 táján készültek. Ezek minősége sajnos sok esetben nem megfelelő, ugyanakkor a képek feldolgozása során sikerült nagyjából használhatóvá tenni őket. Elenyésző számban (mintegy 5–10 db) légifotókra is bukkantam. Ezek azonban jelen munkában óriási jelentőséggel bírnak, hiszen a tájhasználati struktúrát kiválóan szemléltetik.

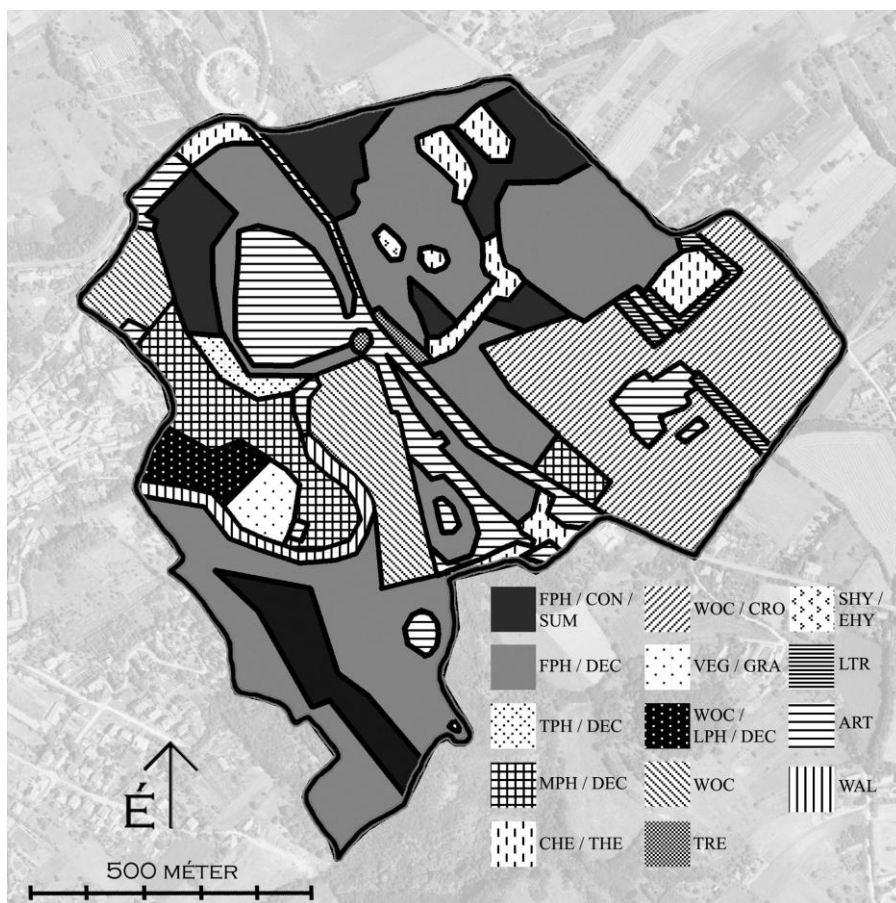
A világörökségi helyszín szerteágazó vizsgálataim alapján jelenleg – fontossági sorrendben! – az alábbi szerepeket (funkciókat) tölti be:

1. Szent hely.
2. A Magyarság történelmének kiemelkedő helyszíne.
3. Természetvédelmi terület.
4. Lakóhely.
5. Munkahely.
6. Turisztikai célpont.

A hat funkciónak való egyidejű megfelelés érdekében a különféle területhasználati, illetve kezelési koncepciók három féle prioritással bíró területre bontják a világörökségi helyszínt. A legértékesebb természeti és történelmi helyszíneken egyértelműen a védelmi prioritásnak kell dominálni. Ide tartozik például az Apátsági Arborétum, a belső udvarok, vagy a műemlék épületek. Ezek esetében minden egyéb használati funkciót a védelmi alá kell rendelni.

Ezeket követik a sorban az úgynevezett átmeneti területek, ahol egy időben van jelen a védelmi és a használati prioritás. Jórészt ezek a turisták által látogatható helyszínek, az udvarok, valamint a tájvédelmi körzethez tartozó parkerdők. (Ezek ugyanis nem elsősorban fajösszetételük, sokkal inkább tájképi értékük végett nyerték el a természetvédelmi oltalmat!)

A harmadik kategóriába azok a területek tartoznak, melyeken egyértelműen a használati funkció dominál. Ide tartozik például a gazdasági udvar, a turisztikai kiszolgáló objektumok, de a pincészet teljes területe is.



1. ábra A Pannonhalmai Világörökségi Helyszín élőhely térképe, 2010 (Térkép: Pottyondy Á.)
 (FPH / CON / SUM : 10%-ban lombhullató fajokkal elegyes tűlevelű erdő; FPH / DEC :
 Lombhullató erdő; TPH / DEC : Lombhullató fajokból álló, magas társulás; MPH / DEC :
 Lombhullató fajokból álló, közepes magasságú társulás; CHE / THE : Fűvek, sövények, egyéb
 egynyári növények; WOC / CRO : Gyümölcsösök és szőlők, 10%-ban zöldségeskertekkel; VEG /
 GRA : Zöldségeskertek, 10%-ban díszkertekkel; WOC / LPH / DEC : Lombhullató sövényekkel
 elegyes gyümölcsösök és szőlők; WOC : Gyümölcsösök és szőlők; TRE : Fásszárú
 dísznövényekből álló park; SHY / EHY : Úszó és legyökerező növényekből álló vízi társulás; LTR :
 Fásor; ART : Épületek, utak; WAL : Partfalak, homokfalak)

Figure 1. Habitat map of the Pannonhalma World Heritage Site, 2010 (Map: Pottyondy Á.)

Megvitatás

A vizsgálatok és az eredmények tükrében a fentebb meghatározott, hat elemből álló funkció-prioritási sorrendet a valós gyakorlati feladatok során is alkalmazhatónak találtuk. A szakrális és a profán, valamint a használati és védelmi szempontok sorrendiségének megállapításában nagy segítséget nyújtanak.

Egy világörökségi helyszín kezelési koncepciójának, fejlesztési tervének időtartamát illetően kizárólag hosszú távon gondolkozhatunk. Ennek értelmében, a hosszú távú fenntarthatóság érdekében a jelenlegi időkorlátos rendszerek (pl. 4 éves választási ciklusok) fölé emelkedő, azokon átívelő stratégiákat kell létrehozunk.

Egy komplex terület kezelésének tervezésekor az egyes részterületeket nem lehet kizárólagosan értelmezni. A különféle tudományágak vizsgálati eredményeit minden esetben

egységes módon, egymással összefüggésbe hozva kell kezelni. (Például az Arborétum legutóbbi turisztikai fejlesztésének időzítése a madártani kutatások eredményein alapulva, a költési időszakhoz alakítva került meghatározásra.)

Bármilyen fejlesztési koncepcióról is essék szó, kizárólag akkor lesz jól használható, amennyiben az valós értékekre alapozva, valós problémák által felvetett kérdésekre kíván megfelelni. A Pannonhalmi Világörökségi Helyszín (és gyakorlatilag az élet bármely területének) fenntartása hosszú távon csak és kizárólag a legmagasabb minőség elérésére törekedve kivitelezhető.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom a Pannonhalmi Világörökségi Helyszín kutatásában közreműködő, illetve a vizsgált háttéranyagokat rendelkezésemre bocsájtó szerzetes testvéreknek, valamint minden munkatársamnak!

Irodalom

- Bunce, R. G. H., Groom, G. B., Jongman R. H. G., Padoa Schioppa, E. (eds.) 2005: Handbook for Surveillance and Monitoring of European Habitats. Alterra Report 1219, EU FP project EVK CT-2002-20018. 107 p.
- Bunce, R.H.G., Metzger, M.J., Jongman, R.H.G., Brandt, J., de Blust, G., Elena-Rossello, R., Groom, G. B., Halada, L., Hofer, G., Howard, D.C., Kovář, P., Múcher, C. A., Padoa-Schioppa, E., Paelinx, D., Palo, A., Perez-Soba, M., Ramos, I. L., Roche, P., Skånes, H., Wrška, T. 2008: A Standardized Procedure for Surveillance and Monitoring European Habitats and provision of spatial data. *Landscape Ecology*, 23: 11–25.
- Hortobágyi T. C. 1980: Sokoró – Pannonhalma élővilága. Szakdolgozat
- Pottyondy Á. 2005: A Sokoró térségben 2001 és 2005 között végzett talajtani kutatások eredményei – kézirat.
- Stefanovits P. 1963: Magyarország talajai. 2. kiadás. Akadémiai Kiadó, Budapest.

Abstract

HABITAT DEVELOPMENT VS. HABITAT PROTECTION – THE BASIC DEVELOPMENT PRINCIPLES OF THE PANNONHALMA WORLD HERITAGE SITE

ÁKOS POTTYONDY

Szent István University, Doctoral School of Environmental Sciences
H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1., Hungary, e-mail: potako@freemail.hu

The Pannonhalma Benedictine Monastery and its natural surroundings became was signed as part of the UNESCO World Heritage List in 1996. Large percent of the 50 hectares large area is part of the Pannonhalma Landscape Protection Area. Most of these lands were intensively used until the last 50-60 years. The paradox between the active land-use and the landscape protection can be solved, if the different management plans are based on real values, facing real threats, and can be made for as wide timescale, as it is possible. Development and protection... Close relatives!

A konferencia résztvevőinek munkái

A CINKHIÁNY ÉS AUXINKEZELÉS NÖVÉNYFIZIOLÓGIAI HATÁSAI KUKORICA ÉS UBORKA CSÍRANÖVÉNYEKEN

BÁKONYI NÓRA¹, GAJDOS ÉVA², TÓTH BRIGITTA², MAROZSÁN MARIANNA¹, WALID M. EL-RODENY³, LÉVAI LÁSZLÓ⁴ és VERES SZILVIA⁴

¹Debreceni Egyetem, Hankóczy Jenő Doktori Iskola
4032 Debrecen, Böszörményi út 138., e-mail: nbakonyi@agr.unideb.hu

²Debreceni Egyetem, Kerpely Kálmán Doktori Iskola

³Centre of Agricultural Research, Institute of Field Crops Research, Food Legumes Research Section, P.O. Box 33717, Sakha Agricultural Research Station, Kafr El-Sheikh, Egypt

⁴Debreceni Egyetem, Agrár és Gazdálkodás Tudományok Centruma, Növénytudományi Intézet, Mg-i növénytani és Növényélettani Tanszékcsoport

Összefoglalás

A cink esszenciális mikroelem az emberek és a növények számára. A fokozott makroelem műtrágyázás eredményeképpen számos országban a vas és a cink fokozódó hiánytüneteit figyelték meg. Afrika és Ázsia bizonyos részein a cink hiánya az egyik leglényegesebb termést limitáló tényező. A termés alacsony cinktartalma súlyos népegészségügyi problémákat vet fel. A világ népességének egyharmada van veszélyben a talajok cinkhiánya miatt. Ez az érték országonként változik, 4%-tól 73% közé tehető. Hazánk talajainak, nemzetközi összehasonlításban is gyenge a cinkellátottsága. A cinkhiányos területek nagysága meghaladja a megművelt terület 50 %-át. Cinkhiánnyal számolhatunk, ha a talaj felvehető cinktartalma kisebb, mint 1,4 mg kg⁻¹. Ez általában a homok-, homokos vályog karbonátos és magas szervesanyag-tartalmú talajokon jelentkezik, amit erősít a talajok jó foszforellátottsága. Tanulmányunkban a cinkhiány és az auxin növényfiziológiai hatását vizsgáltuk laboratóriumi körülmények között. Tesztnövényként kukoricát (*Zea mays* L. cv. Reseda sc.) és uborkát (*Cucumis sativus* L. cv. Delicatess) használtunk, így tekintetbe vettük az egy- és kétszikű növények eltérő tápanyag-felvételi mechanizmusát. Azért választottunk tesztnövényként a kukoricát és az uborkát, mert az Európai Unión belül hazánk az egyik legfontosabb kukoricatermesztők közé tartozik (1,1–1,2 millió hektár), valamint kukoricánál a cink hiánya komoly, akár 80 %-os termésvesztést is okozhat. A kétszikű növények közül az egyik legjelentősebb zöldségféle az uborka, amely világszerte elterjedt. Vizsgáltuk a teljes cinkhiány és az auxin hatását a kísérleti növények növekedésére, szárazanyag gyarapodására, a hajtás teljes hosszára, a levelek számára, abszolút és relatív klorofilltartalmára.

Kulcsszavak: Zn, mikroelem-hiány, egyszikű, kétszikű

Bevezetés

Az Egészségügyi Világszervezet 2002-es jelentése szerint a világ népességének közel egyharmada szenved a nem megfelelő cink bevitel miatt, melynek aránya 4–73%-ig terjed a különböző országokban. A Zn hiánya számos problémát okozhat az emberi szervezetben. Az idegrendszer károsodása, a növekedés gátlása, a reprodukcióért felelős szervek károsodása, immun-problémák, bőrproblémák, megrendült egészségi állapot, étvágytalanság, sápadtság és hajhullás, mind az elégtelen Zn-bevitel következményeként említhető. A növényi sejtek fiziológiai károsodását figyelték meg cinkhiány esetén, amely növekedést, differenciálódását és fejlődését gátló tényező (Cakmak, 2000). A Zn nélkülözhetetlen mikroelem, azáltal, hogy enzimaktivátor és számos enzim alkotórésze. Részt vesz a fehérje-anyagcserében és az auxin termelésében, ezért fontos szerepet játszik a növekedés-szabályozásban (Kaloicsai, 2006). A Zn hiánya súlyos károkat okozhat, különösen a cink hiányára érzékeny kultúrák esetén, mint a búza, rizs és kukorica.

A Zn hiánya a kétszikűek termésben is jelentős károkat okozhat. Az egy- és kétszikű növények tápanyagfelvételében számos különbség mutatkozik. Az első (Strategy I) adaptációs csoportba a nem fűfélék tartoznak. Ezekre a növényekre az a jellemző, hogy rizoszférajukat elsavasítják, ezáltal a talajban nehezen hozzáférhető tápelemeket oldhatóvá, mobilissá teszik. A második adaptációs mechanizmus (Strategy II) csak a fűféléknél figyelhető meg. Jellemző rájuk, hogy fitoszideroforokat választanak ki, amelyek kelát formában kötik a rizoszféra vasát (Fe^{III}) (Marschner et al., 1986). A fűfélék (*Gramineae*) Fe és valószínűsíthető, hogy Zn-hiány esetén is fitoszideroforokat (PS) választanak ki, így elősegítve azok mobilizálását és felvételét a növény számára (Römheld, 1991).

Hazánk talajainak, nemzetközi összehasonlításban is gyenge a cinkellátottsága. A cinkhiányos területek nagysága meghaladja a megművelt terület 50 %-át (Kalocsai et al., 2006). A magas koncentrációban alkalmazott foszfor műtrágyák (Khosgoftarmanesh et al., 2006; Krempner et al., 2009), a magas pH és kalciumkarbonát-tartalom a fő okozói az akadályozott Zn felvételnek (Karimian és Moafpouryan, 1999). Különösen nagy a cinkhiányos területek aránya hazánk legjobb termőtalajú adottságokkal rendelkező Békés, Fejér és Tolna megyékben. A cink zömmel a talaj felső 30 cm-es rétegében található; cinkhiánnyal számolhatunk, ha a talaj felvehető cinktartalma kisebb, mint $1,4 \text{ mg kg}^{-1}$. Ugyanakkor más kutatók szerint a talaj cinkhiánya $0,6 \text{ mg kg}^{-1}$ és $2,0 \text{ mg kg}^{-1}$ közötti Zn-ellátottnál jelentkezik, a kivonási módszertől függően (Bhupinder et al., 2005). A MÉM NAK által meghatározott Zn-hiány kritikus szintje $1,5 \text{ mg kg}^{-1}$, KCl-EDTA kivonási módszer esetén (MÉM NAK, 1979).

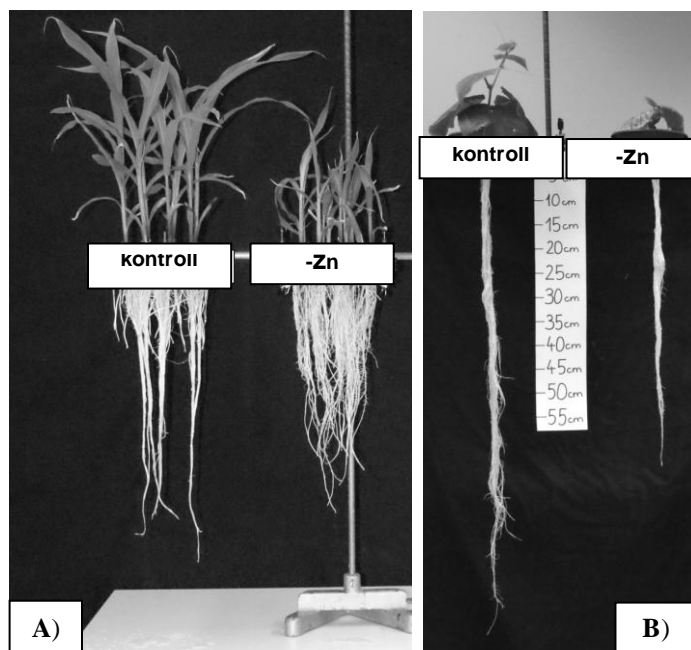
Anyag és módszer

Kísérleti növényként kukoricát (*Zea mays* L. cv. Reseda sc.), uborkát (*Cucumis sativum* L. cv. Delicatess) használtunk, így tekintetbe vettük az egy- és kétszikű növények eltérő tápanyagfelvételi mechanizmusát. A kukorica magok felületét 25 percig tartó 18%-os H_2O_2 -os kezeléssel sterilizáltuk. A H_2O_2 nyomait többszörös steril desztillált vizes öblítéssel távolítottuk el. Az utolsó öblítő folyadék a kukorica esetében az $5 \times 10^{-3} \text{ M}$ CaSO_4 volt. Ebben négy óráig áztak a szemek. A csíranövényeket geotróposan stimuláltuk. Függőlegesen állított nedves – steril H_2O – szűrőpapír terecsben, 22°C -on csíráztattuk. A 2,5–3,0 cm koleoptillal rendelkező csíranövényeket tápoldatra helyeztük, 2,5 l-es edénybe kukoricából 10, uborkából 4 növényt tettünk. Az ismétlések száma 3 volt. A növényeket a kísérlet során kontrolált környezeti tényezők mellett neveltük, a fényintenzitás $300 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, a megvilágítás periodicitása (nappal/éjjel) 16 óra/8 óra volt, a hőmérséklet $20/24^\circ\text{C}$, a relatív páratartalom (RH) 65–70% körüli volt. A tápoldatokat háromnaponta cseréltük. A tápoldatok levegőztetése folyamatos volt. A növények neveléséhez az alábbi összetételű tápoldatot használtunk: 2,0 mM $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 0,7 mM K_2SO_4 , 0,5 mM MgSO_4 , 0,1 mM KH_2PO_4 , 0,1 mM KCl, $1 \mu\text{M}$ H_3BO_3 , $1 \mu\text{M}$ MnSO_4 , $0,25 \mu\text{M}$ CuSO_4 , $0,01 \mu\text{M}$ $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$. A kukorica neveléséhez használt tápoldat megegyezett az uborka neveléséhez használt tápoldattal, azzal a különbséggel, hogy a bór koncentrációja az uborka tápoldatában $10 \mu\text{M}$ volt. A növények a vasat 10^{-4} M FeEDTA formában kapták. A kezelések a következők voltak: kontroll, -Zn (teljesen cinkhiányos), -Zn+NES. Az auxint szintetikus formában (NES) alkalmaztuk, cseppenként adagolva a hajtáscsúcsra, háromnaponta. Az adagolás helyéül azért a hajtáscsúcsot választottuk, mivel az auxinok itt szintetizálódnak. Egyszeri kezelés: 1 csepp NES ($0,03369 \text{ g} = 5,37 \times 10^{-1} \text{ M}$)/növény/hajtáscsúcs.

Tanulmányunkban a teljes cinkhiány és az auxin növényfiziológiai hatását vizsgáltuk laboratóriumi körülmények között a kísérleti növények növekedésére, szárazanyag gyarapodására, a hajtás teljes hosszára, a levelek számára, abszolút és relatív klorofilltartalmára. A szárazanyag-tartalom meghatározása Ohaus (Svájc) típusú analitikai mérleggel, a levelek abszolút klorofill-a, klorofill-b, karotinoidok mennyiségének meghatározása Moran és Porath (1980) módszerével, valamint METEREK SP-830 Spektrométerrel történt. A levelek relatív klorofilltartalmának méréséhez SPAD 502 Minolta (Japán) készüléket használtunk, a méréseket a növény fejlettségi állapotának megfelelően, kukorica esetén a 7. és 14. napon, míg uborka esetén a 16. és 22. napokon végeztük el.

Eredmények

A teljes cinkhiány jelentősen csökkentette mind a hajtás, mind a gyökér növekedését az egy- és kétszikűek esetén egyaránt (**1. ábra**).



1. ábra A teljes cinkhiány hatása 14 napos kukorica (A) és 23 napos uborka (B) csíranövények esetén. (Fotó: Bákonyi N., 2009).

Figure 1. The effects of Zn deficiency on 14-day old maize (A) and 23-day old cucumber (B) seedlings. (Photo: N. Bákonyi; 2009).

A cink szerepe a növekedési folyamatokban nagyon fontos. A -Zn-kezelés esetén, a növények fejlődése, növekedése akadályozott volt. A nem elégséges Zn-ellátás gátolta a megnyúlásos növekedésért felelős auxin szintézisét, így a növények nem fejlődtek és a növekedésben visszamaradtak. A cinkhiányos növények auxinkezelésekor számos eltérést tapasztaltunk a kontroll és teljesen Zn-hiányos tápoldaton nevelt növények között (**1. táblázat**).

Kezelések	kukorica		uborka	
	hajtás	gyökér	hajtás	gyökér
Kontroll	0,57±0,15	0,18±0,06	3,55±0,56	0,86±0,11
- Zn	0,37±0,12***	0,12±0,04***	2,46±0,06*	0,32±0,10***
- Zn+NES	0,37±0,12***	0,13±0,04***	2,50±0,36*	0,61±0,13*

1. táblázat A különböző kezelések hatása a szárazanyag-felhalmozásban, kukorica és uborka csíranövényeknél (g növény⁻¹)

Szignifikáns eltérés a kontrollhoz képest: *p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001 (kukorica: n=27±s.e., uborka: n=12±s.e.)

Table 1. The effect of different treatments on the dry matter accumulation of maize and cucumber seedlings (g plant⁻¹)

Significant difference comparison to the control: *p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001 (maize: n=27±s.e., cucumber: n=12±s.e.)

A -Zn-kezelés minden esetben szignifikánsan csökkentette a szárazanyag-produkciót. A kukorica hajtása 36%-kal, az uborka gyökerének szárazanyag-felhalmozása pedig 64%-kal volt kevesebb, mint a kontroll. A NES-sel kiegészített cinkhiányos kezelés jelentős eltérést mutatott az uborka gyökerét illetően mind a kontroll, mind a teljesen cinkhiányos (-Zn) kezeléshez viszonyítva. A NES kiegészítés 91%-kal növelte a gyökér szárazanyag-felhalmozását a -Zn-kezeléshez képest, míg a többi esetben a cinkhiányoshoz közeli értékeket kaptunk.

A szárazanyag-felhalmozás függ a fotoszintézis intenzitásától és a fotoszintetikus pigmentek mennyiségétől. Mértük a különböző kezelések hatását a 2. és 3. levelek relatív klorofilltartalmára (SPAD egység), amelynek eredményét a **2. táblázat**ban foglaltuk össze.

Növény	Mérés időpontja	Mérés helye	Kezelések		
			Kontroll	- Zn	- Zn+NES
kukorica	7. napon	2. levélen	46,5±4,41	36,0±7,14***	44,2±5,29*
	14. napon	2. levélen	45,1±4,50	37,5±6,48***	47,1±5,12
		3. levélen	45,3±3,84	39,5±6,04*	48,9±4,25*
uborka	16. napon	2. levélen	50,8±1,19	31,6±3,00***	48,7±2,97
	22. napon	2. levélen	52,6±0,79	35,9±1,73***	51,0±4,09
		3. levélen	52,9±2,37	29,0±5,89***	51,6±4,25

2. táblázat A különböző kezelések hatása a levelek relatív klorofilltartalmára kukorica és uborka csíranövények esetén (SPAD egység) (kukorica: n=475±s.e., uborka: n=250±s.e.)

Szignifikáns eltérés a kontrollhoz képest: *p <0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Table 2. The effect of different treatments on the relative chlorophyll contents of maize and cucumber seedlings (SPAD unit) (maize: n=475±s.e., cucumber: n=250±s.e.)

Significant difference comparison to the control: *p <0.05, **p<0.01, ***p<0.001

A 2. táblázat adatai szerint a -Zn kezelés hatására szignifikánsan csökkent a vizsgált levelek (2. és 3. levél) relatív klorofilltartalma a kontrollkezeléshez képest, ugyanakkor a NES-sel kiegészített (-Zn+NES) kezelésnél a kontroll értékeket megközelítő, vagy – egy esetben – (7%-kal) meghaladó eredményeket kaptunk. A kukoricánál mért eredmények közül, két esetben tapasztaltunk szignifikáns eltérést a kontrollhoz képest, melyek eltérő irányultságúak voltak.

Mértük a vizsgált levelekben (2. és 3. levél) az abszolút klorofill-a, klorofill-b és karotinoidok mennyiségét és vizsgáltuk ezek egymáshoz viszonyított arányát a kezelések hatására (**3. táblázat**).

minta-vétel helye	Kezelések	klorofill-a	klorofill-b	karotinoidok	klorofill-a/ klorofill-b aránya	klorofill-a/ karotinoidok aránya
2. levél	Kontroll	16,51±1,72	4,91±0,80	4,77±0,64	3,39±0,26	3,48±0,45
	- Zn	12,01±1,96*	2,75±0,40*	2,97±0,80*	4,36±0,37*	4,10±0,41*
	- Zn + NES	14,53±2,20	4,07±0,76	3,49±0,55*	3,59±0,21	4,16±0,08*
3. levél	Kontroll	18,26±1,05	6,13±0,93	5,21±0,75	3,01±0,31	3,53±0,32
	- Zn	6,97±1,93***	1,76±0,80*	1,58±0,46*	4,21±0,89	4,40±0,06**
	- Zn + NES	18,84±0,57	6,28±0,71	4,94±0,22	3,02±0,24	3,82±0,07

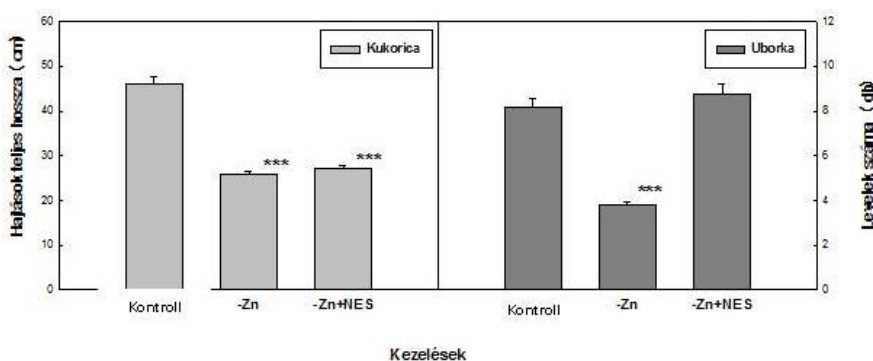
3. táblázat A különböző kezelések hatása a fotoszintetikus pigmentek mennyiségére és arányára, 14 napos kukorica csíranövény esetén (mg/g növény⁻¹)

Szignifikáns eltérés a kontrollhoz képest: *p <0,05; **p<0,01; ***p<0,001 (n=4±s.e.)

Table 3. The effect of different treatments on the contents and ratio of photosynthetic pigments of 14-day old maize seedling (mg/g plant⁻¹)

Significant difference comparison to the control: *p <0.05, **p<0.01, ***p<0.001 (n=4±s.e.)

A teljesen cinkhiányos kezelés minden esetben szignifikánsan csökkentette a vizsgált fotoszintetikus pigmentek mennyiségét a kontrollhoz képest, különösen a fiatalabb 3. levélben mértünk kisebb mennyiséget, ahol mintegy 62%-kal kevesebb volt a klorofill-a. A -Zn kezelés esetén a szem Zn-készletének kimerülésével a fiatal levelek színe világosabb, pigmentekben szegényebb volt. Zn hiányában a NES kiegészítés hatására a levelekben a klorofill-a, klorofill-b és karotinoidok mennyisége a kontroll közeli eredményeket mutatott. A 2. levélben mért karotinoidok mennyisége szignifikánsan (27%-kal) alacsonyabb volt a kontrollénál, ugyanakkor 17%-kal magasabb volt a teljesen Zn-hiányos kezeléshez képest. A 2. levél karotinoidtartalmát a NES kiegészítés nem tudta a kontroll szintjére emelni. A fotoszintetikus pigmentek egymáshoz viszonyított aránya a cinkhiányos kezeléseknél a (2,6–3,6)-os normál pigment értéket jelző tartományon kívül esik, amely stresszre utal. Kivételt képez a 2. és 3. levélnél a klorofill-a és klorofill-b aránya a -Zn+NES kezelésnél. Az auxinkezelés ebben a két esetben tudta a cinkhiány kedvezőtlen hatását megszüntetni. Mértünk a kezelések hatását a kukorica hajtásának teljes hosszúságára és az uborka levelek számára (**2. ábra**).



2. ábra A Zn-hiány és a NES-kezelés hatása a 14 napos kukorica hajtásának teljes hosszúságára (cm növény⁻¹) és a 23 napos uborka leveleinek számára (db növény⁻¹)

Szignifikáns eltérés a kontrollhoz képest: *p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001 (kukorica: n=27±s.e., uborka: n=12±s.e.)

Figure 2. The effect of Zn deficiency and NES on the total shoot length of 14-day old maize (cm plant⁻¹) and number of leaves in case of 23-day old cucumber (db plant⁻¹) seedlings

Significant difference comparison to the control: *p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001 (maize: n=27±s.e., cucumber: n=12±s.e.)

Mérési eredményeink szerint a -Zn és -Zn+NES-kezelések szignifikánsan (-Zn: 25,77±3,88; -Zn+NES: 27,21±3,08) 44%; 41%-kal csökkentették kukorica hajtásának teljes hosszúságát a kontrollkezeléshez (45,98±8,26) képest. Vizsgáltuk az uborka levelek számát a kezelések hatására. A NES-sel kiegészített kezelésnél a kontrollkezelést meghaladó adatokat mértünk. A NES-sel kiegészített cinkhiányos kezelésnél 8,75±0,95 db levelet számoltunk, ami meghaladta (7,4%-kal) a kontrollkezelésnél mért 8,14±1,06-t. A teljesen Zn-hiányos uborka leveleinek száma (3,82±0,57) szignifikánsan, 53%-kal volt kevesebb a kontrollétól.

Megvitatás

Megfigyeléseink szerint a cinkhiány kedvezőtlenül hatott számos fiziológiai paraméterre, szignifikánsan csökkentette a hajtás, illetve gyökér növekedését mind az egy-, mind a készülő növények esetén. Zn-hiány következtében a szárazanyag-felhalmozásban, a levelek számában, a növények magasságában szignifikáns csökkenést tapasztaltunk a kontrollkezeléshez képest. Az auxin kiegészítés az uborkánál hatásosabbnak bizonyult, mivel képes volt szignifikánsan csökkenteni a Zn-hiány okozta növekedés gátlást, illetve növelni a gyökér szárazanyag-

produkcióját, nőtt a levelek száma is. Zn hiányában a NES kiegészítés mintegy normalizálta, a kontroll szintjére emelte a fotoszintetikus pigmentek mennyiségét, ezzel a cinkhiány kedvezőtlen hatását mérsékelte.

Irodalom

- Bhupinder, S., S. Kumar, A. Natesan, B. K. Singh, K., Usha 2005: Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. *Current Science*, 88(1): 36–44.
- Cakmak, I., 2000: Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *New Phytol.*, 146: 185–205.
- Kalocsai R., 2006: A cink (Zn). *MezőHír*, 10(9): 38.
- Kalocsai R., Schmidt R., Szakál P. 2006: A Ca és Zn növény táplálási jelentősége hazai talajaink tápanyag-ellátottságának függvényében. *Agro Napló*, 10(5): 34–36.
- Karimian, N., Moafpouryan, G. R. 1999: Zinc adsorption characteristics of selected calcareous soils of Iran and their relationship with soil properties. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 30: 1721–1731.
- Khoshgofarmanesh, A. H., Shariatmadari, H., Karimian, N., Van Der Zee, S. E. A. T. M. 2006: Cadmium and zinc in saline soil solutions and their concentrations in wheat. *Soil Science Society of America Journal*, 70: 582–588.
- Kremper R., Balláné Kovács A., Kincses S., Nagy P. T. 2009: Talajkivonószerek összehasonlítása cinkre a növény válasza alapján In: Belina K., Klebiczki J., Lipócziné Csabai S., Borsné Pető J. (szerk.): AGTEDU A Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából rendezett tudományos konferencia kiadványa. Kecskemét. p. 68–73.
- Marschner, H., Römheld, V., Kissel, M. 1986: Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of iron. *J. Plant Nutr.*, 9: 695–713.
- Buzás I., Fekete A. (szerk.) 1979: Műtrágyázási irányelvek és a műtrágyázás üzemi számítási módszere. MÉM NAK, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 57–58.
- Römheld, V. 1991: The role of phytosiderophores in acquisition of iron and other micronutrients in graminaceous species: An ecological approach. *Plant and Soil*, 130: 127–134.
- World Health Organization, 2002: The world health report 2002: Reducing risks, promoting healthy life.

Abstract

THE PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF ZN DEFICIENCY AND AUXIN TREATMENT ON MAIZE AND CUCUMBER SEEDLINGS

NÓRA BÁKONYI¹, ÉVA GAJDOS², BRIGITTA TÓTH², MARIANNA MAROZSÁN¹, WALID M. EL-RODENY⁴, LÁSZLÓ LÉVAI³, SZILVIA VERES³

¹ University of Debrecen, Doctoral School of Hankóczy Jenő
H-4032, Debrecen, Böszörményi u. 138., Hungary, e-mail: nbakonyi@agr.unideb.hu

² University of Debrecen, Doctoral School of Kerpely Kálmán

³ University of Debrecen, Institute of Plant Sciences, Department of Agricultural Botany and Crop Physiology

⁴ Centre of Agricultural Research, Institute of Field Crops Research, Food Legumes Research Section, P.O. Box 33717, Sakha Agricultural Research Station, Kafr El-Sheikh, Egypt

Zinc (Zn) is an essential micronutrient needed not only for people, but also crops. Almost half of the world's cereal crops are deficient in Zn, leading to poor crop yields. In fact, one-third (33%) of the world's population is at risk of Zn deficiency in rates, ranging from 4% to 73% depending on the

given country. Zn deficiency in agricultural soils is also a major global problem affecting both crop yield and quality. The Zn contents of soils in Hungary are medium or rather small. Generally, the rate of Zn deficiency is higher on sand, sandy loam or soil types of large organic matter contents. High pH and calcium carbonate contents are the main reasons for the low availability of Zn for plants. It has been reported that the high-concentration application of phosphate fertilisers reduces Zn availability. Areas with Zn deficiency are particularly extensive in Békés, Fejér and Tolna County in Hungary, yet these areas feature topsoils of high organic matter contents. Usually, Zn is absorbed strongly in the upper part the soil, and it has been observed that the uptakeable Zn contents of soil is lower than 1.4 mg kg^{-1} . Maize is one of the most important crops in Hungary, grown in the largest areas, and belongs to the most sensitive cultures to Zn deficiency. Zn deficiency can causes serious damage in yield (as large as 80 %), especially in case of maize. On the other hand, Zn deficiency can also cause serious reduction in the yields of dicots. One of the most important vegetables of canning industry is cucumber; wich is grown all over the world. In this study, we have investigated the effects of Zn deficiency on the growth of shoots and roots, relative and absolute chlorophyll contents, fresh and dry matter accumulation, total root and shoot lengths, the leaf number and leaf area of test plants in laboratory. Experimental plants used have been maize (*Zea mays* L. cv. Reseda sc.) and cucumber (*Cucumis sativus* L. cv. Delicatess). We have chosen a monocot and dicot plant to investigate the effects of Zn deficiency, because they have different nutrient uptake mechanism. It has been observed that the unfavourable effects of Zn deficiency have caused damage in some physiological parameters, and significantly reduced the growth, chlorophyll contents of monocots and dicots alike.

AZ AMMÓNIUM-NITRÁT ÉS A MICROBION UNC BAKTÉRIUMTRÁGYA HATÁSA AZ ANGOLPERJE TÁPELEMFELVÉTELÉRE

BALLÁNÉ KOVÁCS ANDREA, KREMPER RITA és JAKAB ANITA

Debreceni Egyetem, Agrár és Műszaki Tudományok Centruma, Agrokémiai és Talajtani Tanszék
4032 Debrecen, Böszörményi u. 138., e-mail: kovacs@agr.unideb.hu

Összefoglalás

Tenyészedenyes kísérletben az NH_4NO_3 és a Microbion UNC baktériumtrágya hatását vizsgáltuk az angolperje tápelemfelvételére. A kísérletet mészlepedékes csernozjomon és meszes homoktalajon állítottuk be. Kezelésként növekvő N-adagokat alkalmaztunk, melyeket bizonyos kezelésekben baktériumtrágyával is kiegészítettünk. A perjét a tenyésztés során háromszor vágtuk. Jelen közleményünkben a perje N- és P-felvételét, a talaj 0,01 M CaCl_2 -oldható összes N-, NO_3 -N-, valamint AL- P_2O_5 -tartalmának kezelésekre hatására bekövetkező változásait közöljük. A csernozjom talajon a perje által kivont N és P mennyisége minden edényben magasabb volt, mint a hasonló kezeléssel, homoktalajon termesztett perje értéke. A javuló N-ellátással a kivont N mindhárom vágás növekményeinél arányosan emelkedett. A nagyobb N-adagok – elsősorban a legnagyobb (N_3) adag – jelentősebben megnövelték mindkét talaj CaCl_2 -oldható összes N-, és NO_3 -N-tartalmát. A Microbion UNC kedvező hatása a kivont N-értékekre az első vágás növekményeinél mindkét talajon határozottan jelentkezett, a 2. és 3. vágásnál azonban homoktalajon, az N_3 +Microbion UNC kombinált kezelés edényében kisebb kivont N-t mértünk az oltatlan edény (N_3) értékéhez képest. A talajoltás pozitív hatása a talajok CaCl_2 -oldható összes N- és NO_3 -N-tartalmára igazolhatóan jelentkezett. Az első vágásnál a kontrollhoz képest a legkisebb NH_4NO_3 -adag hatására a perje által kivont foszfor mennyisége növekedett, a további N-adagok azonban nem növelték tovább, inkább egy kissé csökkentették ezeket az értékeket. A 2., 3. vágások növekményeinél a N-adagokkal arányosan emelkedett a kivont P mennyisége is. Ezzel összhangban a kísérlet végére a nagyobb adagú NH_4NO_3 -kezelések edényeiben csökkent a mérhető AL- P_2O_5 mennyisége. A talajoltás hatására javult a perje foszforfelvétele, a kísérlet végén mért AL- P_2O_5 -értékekben azonban nem mutatkozott statisztikailag is igazolhatóan a baktériumtrágya hatása.

Kulcsszavak: műtrágya, biotrágya, nitrogén, foszfor

Bevezetés

A fenntartható fejlődés célkitűzése a környezetünk védelme, a felszíni, felszín alatti vízkészleteink minőségének megóvása, talajaink ésszerű hasznosítása, termőképességének védelme, fokozása (Loch, 1999). Mindezek a környezetvédelem és a mezőgazdaságunk fontos közös feladatai, amelyeket átgondolt, összehangolt, tudatos tevékenységekkel lehet megvalósítani (Várallyay, 2002; 2005). A fenntartható mezőgazdasági fejlődés össztársadalmi érdek, megvalósítása az állam, a földtulajdonos közös feladata (Kovács és Csathó, 2005). A fenntartható mezőgazdaság gyakorlata a vetésforgók alkalmazása, a talajok szervesanyag-tartalmának növelése, a talajkímélő művelési módszerek alkalmazása, a szintetikus növényvédő szerek és műtrágyák használatának jelentős csökkentése (Szakál, 1999).

A talajhasználat, illetve a gazdálkodás, növénytermesztés mikéntje jelentős hatással van a talaj termékenységére, mint ahogy a talaj termékenysége is alapvetően meghatározza a növénytermesztés sikerét. A talaj termékenységét, termőképességét jelentősen befolyásolja annak szervesanyag-tartalma. Az elmúlt évtizedek eleinte növekvő, majd jelentősen visszaeső műtrágya felhasználása jelentős különbségeket hozott létre a talajok szervesanyag-tartalmában. A hazai szakirodalomban többen is hangsúlyozzák a talaj szerves anyagainak minőségének, mennyiségének

fontosságát (Filep, 2008; Kismányoky, 2009), így a talajba juttatott szerves anyagoknak, szerves trágyázásnak igen nagy jelentőséget tulajdonítanak. Napjainkban az állatállomány drasztikus csökkenése miatt jelentős mértékben visszaszorult a felhasználható istállótrágya mennyisége.

A talaj termékenységének, szervesanyag-tartalmának fokozására jelenthet egyfajta lehetőséget az úgynevezett baktériumtrágyák alkalmazása (Canbolat et al, 2006). A baktériumtrágya elnevezés alatt olyan készítményeket értünk, amelyek élő mikroorganizmusokat tartalmaznak, és amelyeknek fontos szerepe van a talajéletben, a növények tápanyagellátásában (Elkoca et al., 2008; El-Sirafy et al., 2006). Alkalmazásukkal olyan mikroorganizmusokat juttatunk a talajba, amelyek egyébként is részesei a talajéletnek, csak a mezőgazdaságban bekövetkezett kedvezőtlen változások miatt a számuk jelentősen csökkent. A baktériumkészítményekkel célzottan, bizonyos szempontból kedvező összetételű baktériumtörzseket (nitrogénkötőket, foszforoldhatóságot segítőket, cellulózbontókat) juttatunk a talajba, így javíthatjuk a talajéletet, a talajszerkezetet, ezáltal módosulhatnak a talajban bizonyos biológiai, mikrobiológiai folyamatok, melyek következményeként változhat a növények számára felvehető tápelemek mennyisége (Sturz et al., 2000; Kunda et al., 1984). A kereskedelmi forgalomban egyre nagyobb számban kaphatók a különféle baktériumkészítmények, illetve ezen szerek egyre nagyobb teret hódítanak a mezőgazdaságban. A biotrágyák nagy száma ellenére igen kevés a hazai szakirodalomban fellelhető, e témával foglalkozó tudományos közlemény (Kincses et al., 2008a; b). Keveset tudunk a baktériumkészítmények eltérő tulajdonságú talajokon történő viselkedéséről, műtrágyákkal együtt kombináltan alkalmazva a növények termésére, tápanyagfelvételére gyakorolt hatásairól.

E hiány pótlására tűztük ki célul, hogy megvizsgáljuk, hogy a növekvő adagokban alkalmazott NH_4NO_3 és a Microbion UNC baktériumtrágya együttes felhasználása hogyan hat az angolperje tápelemfelvételére, illetve hogyan befolyásolja a talaj oldható tápelemeinek mennyiségét.

Anyag és módszer

A tenyészedényes kísérlethez Látókép környékéről származó mészlepedékes csernozjom talajt (1.), valamint Órbottyán térségi meszes homoktalajt (2.) választottunk. Az alkalmazott talajok főbb tulajdonságait az **1. táblázat**ban foglaltuk össze.

Talajok	Hu%	K _A	pH _{KCl}	AL-P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	AL-K ₂ O (mg kg ⁻¹)	CaCl ₂ -összes-N (mg kg ⁻¹)	CaCl ₂ -NO ₃ -N (mg kg ⁻¹)
1.	3,02	35	6,43	252,4	1254	58,8	49,2
2.	0,75	26	7,20	106,3	65,1	9,2	3,5

K_A: Arany-féle kötöttségi szám

1. táblázat A kezeletlen talajok főbb jellemzői

Table 1. Main properties of control soils

A tenyészedényekbe a légszáraz talajokból 6 kg mennyiségeket mértünk be. Az edényeket az erre a célra készített kocsikon helyeztük el és nappal a szabadban, éjjel és eső esetén tető alatt tartottuk. A talajok öntözését súlykiegészítés alapján naponta végeztük, a víztartalmat a szántóföldi vízkapacitás 60 %-ára egészítettük ki.

A kísérlet beállítása során növekvő NH_4NO_3 -adagokat alkalmaztunk, mely mellett a megfelelő kezeléskombinációkban Microbion UNC baktériumtrágyát is adagoltunk a talajokhoz. A Microbion UNC egy kereskedelembe is kapható szilárd halmazállapotú baktériumtrágya, összetevői: mikroorganizmusok (*Azotobacter vinelandii*-B 1795, *Bacillus megaterium*-B 1091, *Clostridium pasterianum*, *Azospirillum* sp., *Bacillus subtilis*, *Rhodobacter* sp., *Lactobacillus* sp., *Trichoderma reesei*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Streptomyces* sp.), azok által szintetizált hatóanyagok, GM-8 kukoricacsutka örlemény és szárított sörélesztő.

A kéttényezős kísérletet véletlen blokk elrendezésben, kezelésenként négy ismételtsben állítottuk be.

A nitrogén tápelem mellett minden edényben egységes P-, K-ellátást biztosítottunk (0,60g P₂O₅ edény⁻¹ és 0,60g K₂O edény⁻¹). A foszfort KH₂PO₄-oldat, a káliumot KH₂PO₄- és K₂SO₄-oldatok formájában juttattuk a talajba. A megfelelő tápoldatokat és a baktériumtrágyát gondosan homogenizálva kevertük el a talajjal. A kísérletben alkalmazott kezeléskombinációkat a **2. táblázat** tartalmazza.

Kezelés	Kód	N (g edény ⁻¹)	Microbion UNC (g edény ⁻¹)
1.	N ₀	0	0
2.	N ₁	0,60	0
3.	N ₂	1,20	0
4.	N ₃	1,80	0
5.	N ₀ +Microbion UNC	0	0,1
6.	N ₁ +Microbion UNC	0,60	0,1
7.	N ₂ +Microbion UNC	1,20	0,1
8.	N ₃ +Microbion UNC	1,80	0,1

2. táblázat A kísérlet kezelési terve
Table 2. The scheme of treatments applied

A perjét a tenyészdíó során háromszor vágtuk. A növényi mintákat levegőn, majd szárítószekrényben 50 °C-on tömegállandóságig szárítottuk, daráltuk.

A perje nitrogéntartalmát száraz égetéses elven működő elemanalizátorral (Nagy, 2000) határoztuk meg. A foszfort kénsavas roncsolást követően ammónium-molibdenát-vanadát színezéssel, molekula abszorpciós spektrofotometriás úton mértük. Az edényenként kivont nitrogén és foszfor mennyiségét a száraztömegek és az elemkoncentrációk ismeretében számoltuk ki.

A vegetációs időszak végén minden edényből talajmintát vettünk, a mintákat megszárazítottuk, daráltuk, majd a további analízis céljából átszitáltuk (<2mm). A talajmintákból 0,01 M CaCl₂ (Houba et al., 1986), valamint ammónium-laktát-ecetsav (pH=3,7) (Egner et al., 1960) kivonószerek segítségével talajkivonatokat készítettünk. A talajok könnyen oldható foszfortartalmát az AL kivonatokból fotometriásan, molibdénkéék színezéses módszerrel határoztuk meg. A talajok 0,01 M CaCl₂-ban oldható összes N- és NO₃-N-tartalmát folyamatosan elemző contiflow rendszer segítségével követtük nyomon.

Az eredmények között a statisztikailag igazolható eltérések kiszámításához Microsoft Excel statisztikai adatelemzésének kéttényezős varianciaanalízisét alkalmaztuk.

Eredmények

Az angolperje által kivont nitrogén mennyiségének változása a vágások és kezelések függvényében

A homok és csernozjom talajokon termesztett angolperje által vágásonként kivont N mennyiségét a **3. táblázat**ban foglaltuk össze. A varianciaanalízis eredményeit a **4. táblázat**ban mutatjuk be.

A **3. táblázat** adataiból jól látható, hogy a kivont N mennyisége a jobb termőképességű csernozjom talajon termesztett perje esetén rendre magasabb volt, mint a meszes homokon termesztett növények értéke.

Az első vágás esetén a kontroll edényben mért kivont N-értékéhez képest a legkisebb NH₄NO₃-adag homoktalaj esetén jelentősebb, csernozjomon kisebb értéknövekedést eredményezett. Az emelkedő műtrágyaadagok hatására a kivont N – bár nem nagymértékben – mindkét talajon tovább emelkedett.

	NH ₄ NO ₃						NH ₄ NO ₃ + Microbion UNC					
	1. vágás (g edény ⁻¹)		2. vágás (g edény ⁻¹)		3. vágás (g edény ⁻¹)		1. vágás (g edény ⁻¹)		2. vágás (g edény ⁻¹)		3. vágás (g edény ⁻¹)	
	homok	csern	homok	csern	homok	csern	homok	csern	homok	csern	homok	csern
N ₀	0,030	0,146	0,018	0,066	0,025	0,095	0,030	0,151	0,013	0,077	0,032	0,106
N ₁	0,367	0,442	0,080	0,140	0,046	0,085	0,402	0,455	0,098	0,164	0,056	0,097
N ₂	0,412	0,549	0,273	0,420	0,099	0,129	0,454	0,607	0,313	0,415	0,102	0,133
N ₃	0,469	0,583	0,492	0,659	0,203	0,295	0,499	0,656	0,452	0,672	0,186	0,300

3. táblázat Az angolperje által vágásonként kivont N átlagértékeinek (g edény⁻¹) változása homok és csernozjom talajokon

Table 3. Mean amount of N taken up by grass (per cuts) grown on sandy and chernozem soils

SZD _{5%}						
	homok			csernozjom		
	1. vágás	2. vágás	3. vágás	1. vágás	2. vágás	3. vágás
N-adagok	0,023	0,015	0,018	0,035	0,044	0,013
Microbion UNC	0,016	0,010	0,013	0,025	0,031	0,009

4. táblázat A kezelések hatása a vágásonként kivont N alakulására homok és csernozjom talajokon

Table 4. Summary of ANOVA (F-test) for different source of variance

A táblázatban közölt adatokból az is jól látható, hogy az 1. növekmény által kivont N-értékeire a baktériumtrágya alkalmazása is statisztikailag igazolható, pozitív hatással volt. A Microbion UNC baktériumtrágya NH₄NO₃ adagjaihoz (N₁, N₂, N₃) történő kiegészítése minden esetben még tovább emelte a kivont értékeket, így az 1. vágás növekményeinél a legmagasabb kivont N-értéket mindkét talajon az N₃+Microbion UNC kezeléskombináció edényénél mértük.

A 2. vágás növekményeinek kivont N-értékeit az előző vágásával összehasonlítva megállapítható, hogy a 2. növekmény által kivont N mennyiségei a legmagasabb N-kezelés (N₃) kivételével az 1. vágás értékei alatt maradtak. Ez azt jelenti, hogy az 1. vágás növekményei az alacsonyabb nitrogénellátottságnál (N₀, N₁, N₂) a rendelkezésükre álló felvehető nitrogén nagy részét kivonták a talajból, ezekben az edényekben a második növekmény tenyészidejére kevesebb felvehető nitrogén maradt, ami a kivont nitrogén csökkenésében jelentkezett. A legnagyobb adagú műtrágyával (N₃) azonban már nagy mennyiségű ásványi nitrogént juttattunk a talajba, így az első vágás növekményei nem használták fel az összes tápanyagot, ekképpen még a 2. növekmény tenyészidejére is nagyobb mennyiségű felvehető nitrogén állt rendelkezésére. Az emelkedő N-adagok hatása a második vágás által kivont N-értékeinél határozottabban jelentkezett.

A baktériumtrágya hatása a 2. vágás esetén nem minden N-adagnál és talajtípuson jelentkezett egyöntetűen. A növelő hatása a kivont nitrogénre homoktalajon az N₁- és N₂-adagokhoz történő kiegészítésekor figyelhető meg, azonban a legnagyobb (N₃) adagnál a baktériumos kiegészítés egy kissé csökkentette a kivont nitrogén mennyiségét. Csernozjom talajon csak kis mértékben (nem szignifikánsan) növekedett meg a kivont nitrogén mennyisége a talajoltás hatására.

A 3. vágás növekményei által kivont N mennyisége tovább csökkent az előző két vágás értékeihez képest. Csak a kontroll edényben nevelt növények esetén figyelhető meg egy kismértékű kivont N-növekedés, mely a talajok természetes nitrogén-szolgáltató képességének időbeli változásával magyarázható.

Az NH₄NO₃ műtrágya növény által kivont N-re gyakorolt pozitív hatása a 3. vágás esetén is jelentkezett, homokon erőteljesebbnek bizonyult.

A baktériumtrágyával is kiegészített edények növekményeinél a 3. vágásnál homoktalajon többnyire nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget a megfelelő, csak műtrágyás edények értékeihez képest. A legnagyobb N-adag (N₃) esetén azonban, hasonlóan a 2. vágás eredményéhez, itt is csökkent kissé a kivont N mennyisége a talajoltás hatására. Csernozjomon a Microbion UNC elsősorban a kis N-adagokhoz történő kiegészítésekor növelte kis mértékben a kivont N mennyiségét.

Az angolperje által kivont foszfor mennyiségének változása a vágások és a kezelések függvényében

A homok és csernozjom talajokon termesztett angolperje által vágásonként kivont foszfor mennyiségeit az **5. táblázatban** foglaltuk össze, a varianciaanalízis eredményeit a **6. táblázatban** mutatjuk be.

	NH ₄ NO ₃						NH ₄ NO ₃ + Microbion UNC					
	1. vágás (mg edény ⁻¹)		2. vágás (mg edény ⁻¹)		3. vágás (mg edény ⁻¹)		1. vágás (mg edény ⁻¹)		2. vágás (mg edény ⁻¹)		3. vágás (mg edény ⁻¹)	
	homok	csern	homok	csern	homok	csern	homok	csern	homok	csern	homok	csern
N ₀	9,46	41,66	8,26	19,75	11,24	39,96	9,19	45,24	6,27	22,44	17,30	42,52
N ₁	51,08	71,53	21,04	31,46	17,91	28,96	57,79	68,79	25,03	36,07	22,21	31,34
N ₂	48,59	70,03	43,35	59,91	28,38	37,27	51,80	72,26	46,10	64,77	28,04	37,98
N ₃	46,67	65,27	50,95	76,95	33,22	52,89	49,74	73,01	51,58	79,76	32,25	51,80

5. táblázat Az angolperje által vágásonként kivont foszfor átlagértékeinek (mg edény⁻¹) változása homok és csernozjom talajokon

Table 5. Mean amount of P taken up by grass (per cuts) grown on sandy and chernozem soils

SZD _{5%}						
	homok			csernozjom		
	1. vágás	2. vágás	3. vágás	1. vágás	2. vágás	3. vágás
N-adagok	2,58	1,86	1,12	3,89	5,40	2,90
Microbion UNC	1,82	1,32	0,79	2,75	3,82	2,05

6. táblázat A kezelések hatása a vágásonként kivont foszfor alakulására homok és csernozjom talajokon

Table 6. Summary of ANOVA (F-test) for different source of variance

A kivont foszfor mennyisége a csernozjom talajon minden esetben magasabb volt, mint a meszes homokon termesztett növények értékei.

Az 1. vágás növekményeinél a kontroll edényben mért kivont P-értékéhez képest a legkisebb NH₄NO₃-adag hatására homoktalaj esetén kb. ötszörösére, csernozjomon másfélszeresére emelkedtek az értékek. A tovább emelkedő nitrogénadagok hatására az értékek egyik talajon sem növekedtek tovább, inkább egy kismértékű csökkenést lehet megfigyelni. A javuló nitrogénellátás hatására bekövetkező nagymértékű termésmnövekedéssel a felvehető foszfor mennyisége nem növekedett arányosan, így a kivont értékek kissé csökkentek.

Az 5. táblázatban közölt adatokból az is jól látható, hogy az 1. növekmény által kivont P-értékeire a baktériumtrágya alkalmazása mindkét talajon kedvező hatással volt.

A 2. vágás növekményei által kivont P-értékeket az előző vágáséval összehasonlítva megállapítható, hogy a 2. növekmény értékei a kisebb N-adagú kezelések edényeiben alacsonyabbnak mutatkoztak. A legnagyobb, N₃-kezelés edényében azonban a 2. vágásnál magasabbnak adódtak a kivont P-értékek.

A javuló nitrogénellátás hatására a kivont foszfor mennyisége a 2. vágásnál már mindkét talajon jól látható mértékben növekedett.

A baktériumtrágyás kiegészítés kivont foszforra gyakorolt kedvező hatása a 2. vágás esetén is – bár nem minden esetben szignifikánsan – jelentkezett. Mindkét talajon elsősorban az N₁- és N₂-adagokhoz történő kiegészítések megfigyelhető meg nagyobb mértékű növelő hatása.

A 3. vágás növekményei által kivont P mennyisége tovább csökkent az előző két vágás értékeihez képest. Csak a kontroll edény esetén figyelhető meg egy kismértékű kivont P-növekedés a 2. és 3. vágások időrendjében. Ez valószínűleg a talajok természetes foszforszolgáltató képességének változásával magyarázható.

Az NH_4NO_3 műtrágya növény által kivont P-ra gyakorolt pozitív hatása mindkét talajon a 3. vágás esetén is mutatkozott. A baktériumtrágyával is kiegészített edények növekményeinél ezen vágásnál csak az N_0 és kisebb dózisú (N_1 , N_2) műtrágyás kombinált kezeléseknél jelentkezett magasabb kivont foszfor a megfelelő, nem oltott talajú edények értékeihez képest.

A talajok 0,01 M CaCl_2 -oldható NO_3 -N, összes-N, valamint az $\text{AL-P}_2\text{O}_5$ értékeinek változása

A 0,01 M CaCl_2 kivonatban mérhető NO_3 -N és összes-N mennyiségeit, valamint az $\text{AL-P}_2\text{O}_5$ értékeit a két talajtípus esetén a 7. táblázatban láthatjuk.

homok (Órbottyán)			csernozjom (Látókép)				
N-kezelés	Microbion UNC		SZD _{5%} (N)	N-kezelés	Microbion UNC		SZD _{5%} (N)
	-	+			-	+	
CaCl ₂ -NO ₃ -N (mg kg ⁻¹)							
N ₀	3,19	2,75	4,32	N ₀	5,09	4,00	2,71
N ₁	2,75	2,55		N ₁	3,27	2,95	
N ₂	3,23	3,83		N ₂	3,45	3,21	
N ₃	15,98	19,91		N ₃	13,81	19,05	
átlag	6,29	7,26		átlag	6,41	7,30	
SZD _{5%} (Microbion UNC): 3,05				SZD _{5%} (Microbion UNC): 1,92			
CaCl ₂ -összes-N (mg kg ⁻¹)							
N ₀	6,94	6,93	2,99	N ₀	16,47	15,20	2,72
N ₁	6,52	6,22		N ₁	15,20	14,33	
N ₂	6,94	7,74		N ₂	16,52	14,46	
N ₃	20,60	20,85		N ₃	26,33	29,92	
átlag	10,25	10,43		átlag	18,63	18,48	
SZD _{5%} (Microbion UNC): 2,12				SZD _{5%} (Microbion UNC): 1,92			
AL-P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)							
N ₀	141,1	143,7	5,93	N ₀	191,3	200,7	9,62
N ₁	125,4	123,6		N ₁	190,3	184,0	
N ₂	122,9	114,7		N ₂	188,3	171,9	
N ₃	108,7	119,4		N ₃	185,4	172,3	
átlag	124,5	125,3		átlag	188,8	182,2	
SZD _{5%} (Microbion UNC): 4,19				SZD _{5%} (Microbion UNC): 6,80			

7. táblázat A 0,01 M CaCl_2 -oldható NO_3 -N, összes-N, valamint az $\text{AL-P}_2\text{O}_5$ (mg kg⁻¹) változása a N-adagok és Microbion UNC baktériumtrágya kezelésekre hatására

Table 7. The changes of quantities of CaCl_2 - NO_3 -N, CaCl_2 -total-N and $\text{AL-P}_2\text{O}_5$ (mg kg⁻¹) of soils as influenced by NH_4NO_3 and Microbion UNC applications

A tenyésztő végén a kisebb adagú NH_4NO_3 -kezelések edényeiben mindkét talajon igen alacsony CaCl_2 - NO_3 -N-értékeket mértünk. (2,75–5,09 mg kg⁻¹), csak a legnagyobb adagú, N_3 -kezelés edényeiben mértünk magasabb CaCl_2 - NO_3 -N-koncentrációt, homokon 15,98–19,91 mg kg⁻¹, csernozjomon 13,81–19,05 mg kg⁻¹ értékeket. Megfigyelhető, hogy az N_3 -kezelésű oltott edények talajaiban, mindkét talajtípuson magasabbnak mutatkoztak a CaCl_2 - NO_3 -N-értékek a megfelelő, csak műtrágyás kezelés értékeihez képest.

A talajok CaCl_2 -oldható összes N-tartalmát összehasonlítva megállapítható, hogy a csernozjomon minden edényben magasabbnak adódtak ezek az értékek és a növekvő NH_4NO_3 -adagok hatására – bár nem arányosan emelkedtek –, csak a legnagyobb, N_3 -adag edényeiben növekedtek meg jelentősebb mértékben. A Microbion UNC baktériumtrágya alkalmazása még tovább emelte az értékeket ezekben az edényekben. A legmagasabb CaCl_2 -oldható NO_3 -N és CaCl_2 -

oldható összes N-tartalom mindkét talajon a N₃+Microbion UNC kezelésű edényekben mutatkozott, a legalacsonyabb értékeket pedig a kontroll edény talajkivonataiban mértük.

A talajok AL-P₂O₅ eredményeit tekintve jól látható, hogy a csernozjom talaj könnyen oldható foszfortartalma minden edényben magasabb volt a homoktalajon mért értékekhez képest. A növekvő NH₄NO₃-kezelések hatására az AL-P₂O₅-értékekben csökkenő tendencia figyelhető meg, ami mindkét talajon statisztikailag igazolható. Ez a változás összhangban van a növény kivont foszfortartalmának változásával, ami a javuló nitrogénellátással növekedett, így a talajban egyre csökkent a könnyen oldható, felvehető foszfor koncentrációja a talajban. A baktériumtrágya alkalmazása egyik talajon sem befolyásolta statisztikailag igazolható mértékben a kísérlet végén mérhető, könnyen oldható foszfor mennyiségét.

Összefoglalásul megállapítható, hogy a *csernozjom talajon* minden kezelésnél magasabb perje által kivont nitrogént és foszfort, CaCl₂-oldható összes N és NO₃-N frakciókat és magasabb AL-P₂O₅-t mérhettünk a *homoktalaj* értékeihez képest, ami a csernozjom nagyobb tápanyag-szolgáltató képességével magyarázható. Mind az ásványi nitrogénadagok, mind a baktériumtrágya mindkét talajon növelték a növény által kivont nitrogén mennyiségét, fokozták a 0,01M-os CaCl₂ kivonatok összes N- és NO₃-N-értékeit. A javuló nitrogénellátással, a termés növekedésével a növény által kivont összes foszfor is emelkedett, a talaj AL-oldható foszfortartalma csökkent. A talajoltás hatására fokozódott a növény foszforfelvétele, azonban a Microbion UNC alkalmazása nem befolyásolta statisztikailag is igazolható mértékben a kísérlet végén mérhető AL-P₂O₅ mennyiségét. Az NH₄NO₃ hatása a vizsgált paraméterekre mindkét talajon erőteljesebbnek bizonyult, a baktériumtrágya hatása elsősorban a csernozjomon volt statisztikailag igazolható és elsősorban a kisebb NH₄NO₃-adagokhoz történő kiegészítésekor bizonyult kedvezőbbnek.

Irodalom

- Canbolat, M. Y., Barik, K., Cakmakci, R., Sahin, F. 2006: Effects of mineral and biofertilizers on barley growth on compacted soil. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 56: 324–332.
- Egner, H., Riehm, H., Mingo, W. R. 1960: Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. *Kungl. Lantbrukshögsk. Ann.*, 26: 199–215.
- Elkoca, E., Kantar, F., Sahin, F. 2008: Influence of nitrogen fixing and phosphorus solubilizing bacteria on the nodulation, plant growth, and yield of chickpea. *Journal of Plant Nutrition*, 31: 157–171.
- El-Sirafy Z.M., Woodard, H. J., El-Norjar, E. M. 2006: Contribution of biofertilizers and fertilizer nitrogen to nutrient uptake and yield of Egyptian winter wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 29: 587–599.
- Filep T. 2008: Az oldott szervesanyag-tartalom (DOM) és a talajtulajdonságok összefüggése. *Agrokémia és Talajtan*, 57(1): 37–46.
- Houba, V. J. G., Novozamsky, I., Huybregts, A. W. M., Van Der Lee, J. J. 1986: Comparison of soil extractions by 0,01 M CaCl₂, by EUF and by some conventional extraction procedures. *Plant and Soil*, 96: 433–437.
- Kincses S., Nagy P. T., Kremper R. 2008a: Baktériumtrágyák hatása az angolperje (*Lolium perenne*) termésére különböző típusú talajon. *AGTEDU2008 Tudományos Konferencia Kecskemét*. p. 92–97.
- Kincses S., Nagy P. T., Kremper R. 2008b: A mű és baktériumtrágya hatása a növény-talaj rendszer makrotápelem-forgalmára tenyészedénykísérletben. 50. Jubileumi Georgikon Napok Keszthely, 2008. szeptember 25–26. p. 202.
- Kismányoky T. 2009: Az őszi búza NPK mű- és szervestrágyázásának vizsgálata tartamkísérletekben, gabona vetésforgóban. *Növénytermelés*, 58: 59–73.
- Kovács G. J., Csathó P. (szerk.) 2005: A magyar mezőgazdaság elemforgalma 1901 és 2003 között. *Agronómiai és környezetvédelmi tanulságok*. MTA TAKI Budapest.

- Kunda, B. S., Gaur, A. C. 1984: Rice responses to inoculation with nitrogen fixing and P-solubilizing micro-organics. *Plant and Soil*, 79: 227–234.
- Loch J. 1999: A tápanyag-gazdálkodás aktuális kérdései Magyarországon. Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok Debrecen, Agrokémiai és Talajtani Szekció. DATE Kiadvány. p. 11–18.
- Nagy P. T. 2000: Égetéssel működő elemvizsgáló alkalmazhatósága talaj- és növényvizsgálókban. *Agrokémia és Talajtan*, 49(3–4): 521–534.
- Sturz A. V., Christie, B. R., Nowak, J. 2000: Bacterial Endophytes: Potential Role in Developing Sustainable Systems of Crop Production. *Critical Reviews in plant Sciences*, 12(1): 1–30.
- Szakál F. 1999: A fenntartható mezőgazdaság és szerepe a vidéki térségek fejlődésében. *A Falu*, 14(2): 23–37.
- Várallyay Gy. 2002: A talaj multifunkcionalitásának szerepe a jövő fenntartható mezőgazdaságában. Ötven éves az *Acta Agronomica Hungarica*. Jubileumi tudományos ülés, 2002. november 19. MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet, Martonvásár. p. 13–25.
- Várallyai Gy. 2005: Klímaváltozások lehetséges talajtani hatásai a kisalföldön. *Agro-21 füzetek*, 43: 11–23.

Abstract

EFFECT OF AMMONIUM NITRATE AND MICROBION UNC BACTERIAL FERTILIZER ON THE NUTRIENT UPTAKE OF RYEGRASS

ANDREA BALLÁNÉ KOVÁCS, RITA KREMPER and ANITA JAKAB

Debreceni Egyetem, Agrár és Műszaki Tudományok Centruma
Agrokémiai és Talajtani Tanszék

H-4032 Debrecen, Böszörményi u. 138., Hungary, e-mail: kovacs@agr.unideb.hu

Greenhouse pot experiment with calcareous chernosem soil and sandy soil was conducted to study the effect of NH_4NO_3 and Microbion UNC biofertilizer on the nutrient uptake of ryegrass (*Lolium perenne* L.) We applied increasing NH_4NO_3 doses, with or without application of Microbion UNC bacterial fertilizer. The ryegrass was cut three times during the growing season. In this paper we present the amount of nitrogen and phosphorus taken up by plant, and the changes of 0,01 M CaCl_2 total-N, $\text{CaCl}_2\text{-NO}_3\text{-N}$ and $\text{AL-P}_2\text{O}_5$ as influenced by NH_4NO_3 and Microbion UNC applications. The amount of N and P taken up by grass grown on chernozem soil were higher than that of values on sandy soil. Increase of NH_4NO_3 doses significantly increased N uptake of plant in all three cuts and in both soils. The higher N doses -especially the highest one (N_3)- increased the $\text{CaCl}_2\text{-total-N}$ and $\text{CaCl}_2\text{-NO}_3\text{-N}$ of both soils. Positive effect of Microbion UNC on N uptake appeared in the first cut in both soils. In sandy soil, in the 2. and 3. cuts we measured lower N values in combined, $\text{N}_3\text{+Microbion UNC}$ treatment compared to appropriate treatment being not inoculated (N_3). The application of bacterial fertilizer increased the $\text{CaCl}_2\text{-total-N}$ and $\text{CaCl}_2\text{-NO}_3\text{-N}$ in both soils. Compared to control, the N_1 dose caused enhanced P uptake by plant, but higher doses (N_2 , N_3) did not cause increment any longer. Due to these doses the amount of P taken up by plant decreased. In the 2. and 3. cuts there was positive interaction between N doses and amount of P taken up by plant. In pots with higher NH_4NO_3 doses we measured lower $\text{AL-P}_2\text{O}_5$ values compared to control. Application of bacterial fertilizer significantly improved the amount of P taken up by grass, but we did not measure different $\text{AL-P}_2\text{O}_5$ values in inoculated and in not inoculated pots.

JAVÍTHATÓ A TALAJBIOLÓGIAI AKTIVITÁS EGY ÖKOLÓGIAI GAZDÁLKODÁS VETÉSFORGÓ PARCELLÁIBAN SZÁRNYASOK BEVONÁSÁVAL

BIRÓ BORBÁLA^{1,2}, DOMONKOS MÓNICA^{1,3}, PUSZTAI PÉTER⁴ és RADICS LÁSZLÓ⁴

¹MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Talajbiológiai és -biokémiai Osztály, Rhizobiológiai Kutatórészleg

1022 Budapest, Herman Ottó út 15., e-mail: biro@rissac.hu

²Dunaújvárosi Főiskola, Természettudományi és Környezetvédelmi Tanszék, Dunaújváros

³Szent István Egyetem, Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar, Gödöllő

⁴Corvinus Egyetem, Ökológiai Gazdálkodási rendszerek Tanszék, Budapest

Összefoglalás

Egy ökológiai tangazdaság vetésforgó parcelláiban a talajok összes mikrobiológiai aktivitását vizsgáltuk két éven keresztül szezonális rendszerességgel. A kísérleti parcellák olyan organikus gazdálkodási formákat képviseltek, amelyek stabil termelési feltételeket adnak a kertészeti termékek előállításához, de szárnyasok bevonásával akár plusz haszon is keletkezhet és a talajok termékenysége fenntartható módon megmaradhat. A rendszeres vizsgálatokhoz az összes mikroorganizmus élő anyagcsere-aktivitását kimutató Fluoreszcens-Di-Acetát (FDA) enzimikus aktivitást alkalmaztuk. A kísérleti területen a baromfik (tyúkok, pulykák) jelenléte és a vetésforgó alakulása szerint öt különböző kezeléskombinációt alakítottunk ki árpa, here és burgonya növényekkel. A baromfiállomány az első parcellán került kihelyezésre. Két vizsgálati év során évszaki rendszerességgel vettünk mintákat a talaj felső, 20 cm-es rétegéből. Az eredményeket a klimatikus tényezőkkel (csapadék, hőmérséklet) is összevetettük. Az FDA módszerrel vizsgált összes talaj-mikrobiológiai aktivitásnak határozott szezonális és évjáratú jellegű változásait mutattuk ki, összefüggésben a tesztelt csapadék és hőmérsékleti adatokkal. A vizsgálat két évében az értékek szignifikánsan eltértek, legnagyobb aktivitást a vizsgálat csapadékosabb első évében tapasztaltunk. A mérsékelt égövön a talajokra jellemző nyári mikrobiális aktivitás-csökkenés a szárnyasok bevonásával kivédhetőnek bizonyult, azaz az FDA aktivitás javulása következett be a nyári meleg és szárazság idején is a többi parcellával összehasonlítva. Ennek okaként a talajokban a felvehető tápanyagszint javulása, illetve annak folyamatossága mellett a nagyobb növényi produkció, illetve a baromfitrágya eredményeként lúgosabbá vált pH is közrejátszik. A környezetvédelmi és a gazdaságossági szempontok tehát jól összeegyeztethetőnek bizonyultak a vizsgálati időszakban. A talajbiológiai aktivitás mérésének FDA módszerét nemzetközi kézikönyvben is bemutattuk és további monitoringra javasoljuk.

Kulcsszavak: fenntartható gazdálkodás, enzimaktivitás, talajélet, talajtermékenység

Bevezetés

A növényi produkciót, a termés mennyiségét és minőségét a növény genetikai tulajdonságain és a környezeti tényezőkön kívül a talajtulajdonságok határozzák meg elsősorban. A talajok termékenységét az alapvető fizikai-, kémiai- és biológiai tulajdonságokon túl annak művelési módja, az agrotechnikai műveletek is erősen befolyásolják (Fülek, 1999; Bíró, 2005; Kátay, 2006; Birkás et al., 2007). Ezek sorában a mű- vagy szerves trágyázással lehet pótolni a növénytermesztés során lekerülő makro- és/vagy mikroelemeket. A trágyázás ezáltal közvetlen vagy közvetett módon hatással van a talajokban a mikroorganizmusok élettévékenységére is (Monori et al., 2008). Általában elmondható, hogy minél intenzívebb a mikroorganizmusok működése, élettévékenysége, annál nagyobb a talajok biológiai aktivitása is (Kiss, 1958). A talajbiológiai aktivitás meghatározására számos esetben történtek módszertani javaslatok. A mikrobiális aktivitás

mérésére leginkább a talajlégzés, azaz a CO₂-kibocsátás vizsgálata terjedt el. Ezekkel az összes aktivitás számba vehető a klasszikus, egy-egy mikrobacsoportot szelektív táplemezekkel kitenyésztő (Angerer et al., 1998) módszerrel szemben. További eljárás lehet az úgynevezett mikrobiális biomasza mennyiségének a mérése is (Szili-Kovács et al., 1997), vagy bizonyos enzimek aktivitásának a kimutatása (Szabó, 1986). Számos fizikai-kémiai-biológiai tulajdonság között a talajok nehézfém-szennyezettsége miatt bekövetkező degradációt egy erőmű közelében tartamhatásban a talajenzimek jelezték leginkább. Az öt vizsgált enzim érzékenysége azonban jelentősen eltért egymástól; egyenes pozitív, jól kimutatható korrelációt a talajok szennyezettségével és a hatóidővel arányosan leginkább az invertáz enzim vizsgálata adott (Mikanová et al., 2001). Az enzimek aktivitása a talajban számos fizikai és kémiai sajátosságtól függ, a szennyezettség mellett kiemelhető például a tápanyag- és sótartalom, a talajsavanyúság, a hőmérséklet, a művelési módok, a növénykultúrák és még sok egyéb talaj- és környezeti tényező befolyásoló hatása (Szegei, 1976).

Az ökológiai gazdálkodás alapelvei közé tartozik, hogy a trágyázást lehetőleg saját gazdaságon belül kell megoldani (Radics, 2001). A szerves trágyák között a baromfitrágya is javítja a talajok biológiai tulajdonságait. A baromfitartás a magyar állattenyésztés meghatározó eleme. Az ökológiai gazdálkodásban előkerültek a szabadtartásos baromfitartó rendszerek. Az állatok számának szoros összefüggésben kell lenni a trágyázandó terület nagyságával a trágyázásnak a főleg tartós alkalmazásokat követő környezetkárosító hatásai miatt (Radics és Seregi, 2005). Feltételeztük, hogy a nyers, feldolgozatlan állati ürülék rövid és hosszabb távon is hatással van a talaj bizonyos fizikai-kémiai- és biológiai tulajdonságaira. Ennek bizonyítására egy ökológiai gazdálkodás 5 parcelláját vizsgáltuk. Ezeken vetésforgót alkalmaztak úgy, hogy az egyik parcellán mindig szárnyas állomány volt szabadtartásban. A parcellák elrendezését, a növényállományt és a vetésforgó alakulását az **1. táblázat** mutatja be. Vizsgáltuk a parcellák talajában a talajbiológiai tulajdonságok közül az összenzim-aktivitás alakulását egyféle módszerrel, illetve azt, hogy kimutatható-e a szárnyasok hatása a talajélet alakulására? A baromfitartás eredményeként vajon milyen a változások dinamikája és a talajélettel való összefüggése szezonálisan vagy évjáráthatásban két vizsgálati periódusban?

Kísérleteinkhez a háttér-lehetőséget a „*Magyar baromfi genetikai alapok felhasználása piacképes Hungaricum termékek előállítására, egységes minőségbiztosítási rendszer kialakítása*” című GAK-3 pályázat biztosította. Ehhez kapcsolódóan a talajok biológiai aktivitását az össz-mikrobiális enzimaktivitás fluoreszcens-diacetát-analízisének (FDA) vizsgálatával követtük nyomon korábbi adatok alapján a Villányi et al. (2006) által közöltek szerint. A pályázat célkitűzése egy olyan gazdálkodási egység kialakítása volt, amely azon kívül, hogy gazdaságilag is jelentős biotermékek előállítását biztosítja; a szárnyasok bevonásával akár plusz terméket (húst, tojást) is előállít, de nem utolsó sorban segíti a növénytermesztést a talajfertőtlenítésen, kártevő-mentesítésen és gyomszabályozáson keresztül a talajállapot javításával is.

Anyag és módszer

Szabadföldi kísérlet

A kísérletbe vont parcellák a Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaság egyik sík fekvésű területén helyezkednek el. A tangazdaság területét erdősáv veszi körül. A parcellákat csak szántóföldi művelésű táblák övezik. A talaj enyhén humuszos, csernozjom jellegű homok. Gyengén meszes, enyhén bázikus kémhatású (pH_(KCl): 7,61; K_A: 34,42; N-tartalom (NH₄+NO₃) mg/kg: 8,66; Al-P₂O₅ mg/kg: 359,14; Al-K₂O mg/kg: 103,55; Na mg/kg: 72,73). A talaj gyorsan felmelegedő, de gyorsan le is hűlő, jó vízáteresztő képességű és jó levegőzöttségű. Kiszáradásra hajlamos, ezért a területre öntözörendszert telepítettek, de a kísérleti parcellákon kiegészítő öntözést nem alkalmaztak. A terület nagysága 150 m x 40 m, ebben 5 parcella helyezkedik el, egyenként 40 m x 30 m nagyságúak.

A kísérleti munka első szakasza 2005.01.01-én kezdődött, és 2007.12.31-ig tartott. A 2005-ös év az előkészítő év volt, amely idő alatt a talajt kiegyenlítő vetéssel készítették elő. A kiegyenlítő

vetés betakarítása után, az ökológiai állattartás feltételeinek betartása mellett, 2005. szeptember 5-től, 480 db előnevelt pulykát helyeztek ki a területre. A kísérlet második évében a tavaszi vetést követően az érintett I-es parcellára 240 db magyar tyúkot helyeztek ki, majd a 8 hetes nevelési időszak után a teljes állomány levágásra került. Az év második felében 480 db fajtatiszta előnevelt csirkét telepítettek.

A kísérlet négy éves vizsgálati szakaszában az **1. táblázat**ban jelzett vetésforgó kezeléseket alkalmazták.

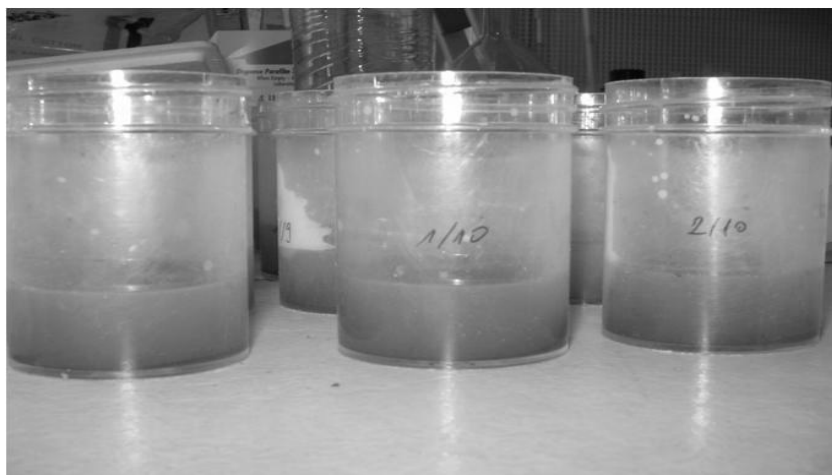
Parcellák	A vetésforgó kezelései évenként			
	2005	2006	2007	2008
I	Gabonatarló + pulyka	Tyúk	Burgonya	Ugar
II		Árpa-here	Here	Tyúk
III		Burgonya	Ugar	Árpa-here
IV		Here	Tyúk	Burgonya
V		Ugar	Árpa-here	Here

1. táblázat. A vetésforgó alakulása az ökológiai gazdálkodás öt parcelláján

A mikrobiológiai mintavételek a 2005-2006-os években történtek

Table 1. Crop rotation at the 5 plots of ecological farming experiment
Microbiologically sampled in 2005-2006

A terület a kísérlet első évében nem volt felparcellázva, de a mintavétel már akkor is a parcelláknak megfelelően, az átlók mentén történt, 15 cm-ről vett pontmintákkal. A parcellánkénti 4-4 mintából 2-2 átlagmintát készítettünk. Az 5 mintavétel ideje: 2005. augusztus és november, 2006. május, augusztus és október.



1. ábra A fotométerrel mérhető fluoreszcein színe a Villányi et al. (2006) által közölt FDA vizsgálat során

Figure 1. Fluorescein, ready to analyse it in spectrophotometer, method published by Villányi et al. (2006)

Laboratóriumi vizsgálatok

A talajmintákból az összes anyagcserét folytató (katabolikus) enzimes aktivitást, azaz a Fluorescein-Di-Acetát-hidrolízis (FDA) értékeit határoztuk meg a Schnürer és Rosswall (1982) által leírt módszer Villányi et al. (2006) által közölt gyakorlati tapasztalatok alapján. Az előzetesen vett, a mintavétel után azonnal fagyasztva eltárolt mintákat szobahőmérsékletűre való felengedés után

homogenizáltuk és 3-3 ismétlést készítettünk. Ezt követően a mintákhoz 15 ml foszfát-puffert adtunk, majd ehhez 0,2 ml fluoreszcein-diacetátot pipettáztunk. A minták 2 órás rázatásos, 30°C-os inkubációját követően a reakciót acetonnal leállítottuk. Centrifugálás után a mintákat 490 nm-en fotometráltuk. Az eredményeket az 1 g talajban 2 óra alatt kapott értékek megadásával mutatjuk be. A fotometrázható fluoreszcens szint az **1. ábra** mutatja.

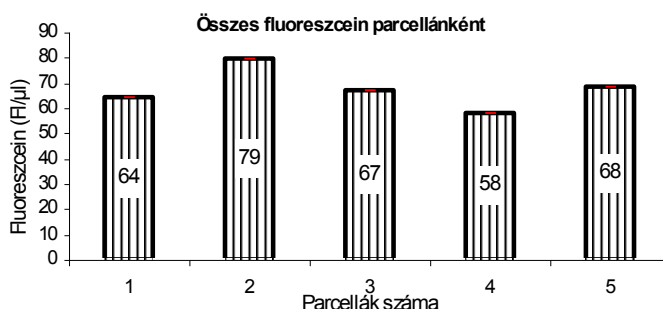
Statistikai analízis

A kísérleti adatok feldolgozása és rendszerezése Microsoft Excel programmal történt. A mérési adatok statisztikai elemzését egyváltozós varianciaanalízissel, majd T-próbával végeztük.

Eredmények és megvitatásuk

A parcellák összes enzimaktivitása az 5 mintavétel alapján a vizsgálati időszakban

Az FDA egy általánosan elfogadott módszer a teljes (összes) mikrobiológiai aktivitás mérésére. A fluoreszcein diacetát (3'6'-diacetyl-fluorescein) egy szintelen vegyület, melyet az enzimek széles spektruma képes hidrolizálni és ennek eredményeként fluoreszcein és ecetsav keletkezik. FDA-t hidrolizálnak a szabad és a membránnal határolt enzimek. Mivel a fluoreszcein észterei apolárisak, így nagyobb nehézség nélkül képes áthatolni a sejthártya kettős lipidrétegén. A hidrolízis eredményeképpen keletkező fluoreszcein azonban poláris természeténél fogva, bent reked a sejtben, elszíneződést produkál, amit spektrofotométerrel lehet kimutatni a kezelésekkel arányos módon. Ez az általános módszer a termőföldek vizsgálatára is alkalmas. Az **2. ábra** az öt parcella talajainak a két éves vizsgálatosorozat különböző időpontjaiban vett összesített FDA értékeit mutatja be.



2. ábra A vizsgálati időszak két évében összesen keletkezett fluoreszcein mennyisége 1 g talajban a parcellákon

A parcellák kezeléseit az 1. táblázat jelzi (SzD_{5%}=24,44)

Figure 2. Total fluorescein in 1 g soils of the different plots, measured during the two examination periods

Treatments are shown in Table I. (LSD_{5%}=24.44)

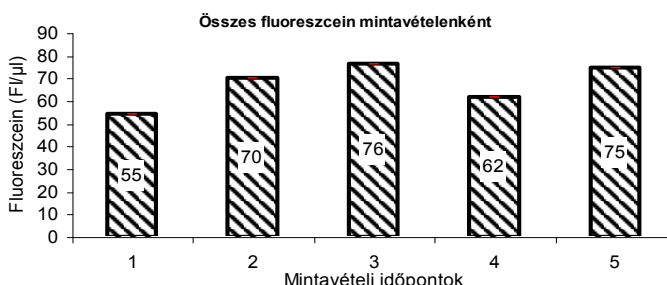
A teljes területen összesen keletkezett fluoreszcein mennyiségében szignifikáns különbség nem adódott, de a 2. parcella enzimaktivitása tendenciájában magasabb. Ennek okaként a vizsgálati időszak második évében az adott parcellán alkalmazott vegyes, kettős növényborítottságot, azaz a pillangós és az egyszikű gabona egymás-utáni jelenlétét feltételezzük, ami egy magasabb aktivitást eredményezhet a monokultúrák állapothoz viszonyítva. Ez a tulajdonság a vetésforgónak az adott parcellára vonatkozó jellegéből adódik.

A szárnnyasok jelenlétének az 1. parcellában a vizsgálati rövid periódusban (2005 augusztusától 2006 novemberéig) nem jelentkező kimutatható összesített hatása a tanulmányozott

FDA aktivitásra. Szignifikáns különbség a módszerrel összesítve esetleg a tartós alkalmazásnál várható, de a 2 éves tanulmányozási periódus, ennek igazolására nem adott lehetőséget.

Az enzimaktivitás évszakos változásai a mintavételi időpontok szerint

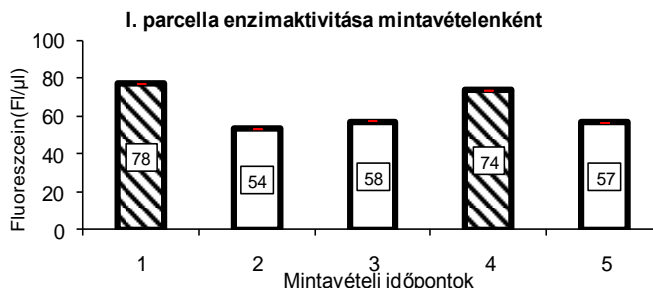
A **2. ábrán** is a teljes területen keletkezett fluoreszcein mennyiségét mutatjuk be, de nem a parcellák, hanem a mintavételi időpontok alakulása szerint. Megállapíthatjuk a területen az enzimaktivitásban jelentkező évszakos különbségeket. A két késő nyári időpontban (1. és 4. mintavétel) a legkisebb a vizsgált öt parcellára összesen kimutatható fluoreszceintartalom a talajokban, amit a környezeti körülményekben bekövetkezett rosszabbodással magyarázunk. A nyári időszakban a növények nagy zöldtömeg fejlesztése utáni kevesebb tápanyagtartalom, valamint a nagyobb hőmérséklet és a víztartalom hiánya együttesen is hozzájárul a talajok mikrobiális aktivitás-csökkenéséhez. Ezt követően az őszi csapadékosabb, bár hűvösebb időjárás hatására ismét megnövekszik az FDA aktivitás és a téli, kedvezőtlenebb időszak után megint a tavaszi időpontban alakul ki egy maximum. Az ilyen jellegű szezonális ingadozás a mérsékelt égövön, így hazánkban is jellemző a talajok egyéb, más mikrobiológiai módszerekkel kimutatható aktivitására is. Füzy és munkatársai (2003) az arbuszkuláris mikorrhiza gombák (AMF) hazai szikeseken tapasztalt hasonló általános szezonális ingadozásáról, azaz egy kora-tavaszi és egy őszi, de alacsonyabb szintű maximumról számoltak be. A nyári időszakban szikes talajokon sem az addig befolyást gyakorló sótartalom, hanem a vizsgálatokat megelőző 3 heti (20 napi) csapadék-összeg volt a leginkább meghatározó a növénytáplálást segítő arbuszkuláris mikorrhiza gombák aktivitására. Az is kimutatásra került ezekkel a megállapításokkal párhuzamosan, hogy a gombák növény-táplálást segítő tevékenysége a szárazság bekövetkezésének hatására javult, amely tény növény-mikroba kapcsolat, azaz a szimbiózis kölcsönös előnyeit jelzi.



3. ábra. Az összes fluoreszcein mennyisége a mintavételi időpontok (2005: 8.31; 11.15; 2006: 5.26; 8.31; 10.17) szerint az öt parcella talajában ($SzD_{5\%}=29,08$)

Figure 3. Total fluorescein production at the 5 plots seasonally as a function of the sampling dates (2005: 8.31, 11.15, 2006: 5.26, 8.31, 10.17) ($LSD_{5\%}=29.08$)

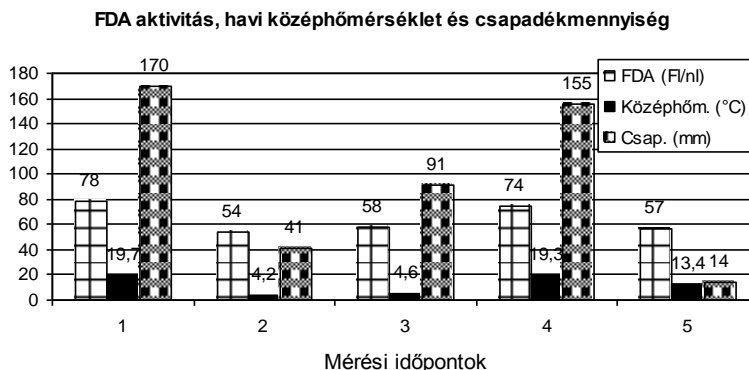
A **4. ábrán** a szárnyasok bevonásával kialakított 1. parcella enzimaktivitását ábrázoltuk az egyes mintavételi időpontok szerint. Kimutatható, hogy az 1. és a 4. időpont eredménye szignifikánsan eltér a többi időponttól az **2. ábrához** hasonlóan. A szezonális hatás tehát ebben az esetben is jelentkezett, de a legmagasabb enzimaktivitást a korábbiakkal ellentétben a szárnyasokat is bevonó 1. parcellánál a két nyári időpontban kaptuk.



4. ábra Az első parcella enzimaktivitásának változása a mérési időpontok (1-5, lásd 2. ábra) szerint (SzD_{5%}=16,65). A szignifikánsan különböző oszlopokat kiemeltük

Figure 4. Total enzyme activity of the 1st plot at different sampling (1-5, see Figure 2). Significantly different columns are labelled (LSD_{5%}=16.65)

A statisztikailag is kimutatható hatások oka az állati ürülék folyamatos tápanyag-kiegészítő és pH-érték-növelő hatása lehet, ami a leginkább jelentkező környezeti stressz, a nyári meleg és szárazság hatására növelni képes a talajok biológiai aktivitását. A tápanyag-kiegészítést és a baromfiállomány hatására bekövetkező talajállapot-változást ezért a talajtulajdonságoknak, a megfelelő talajminőség kialakulásának egy lényeges elemeként értékeljük.

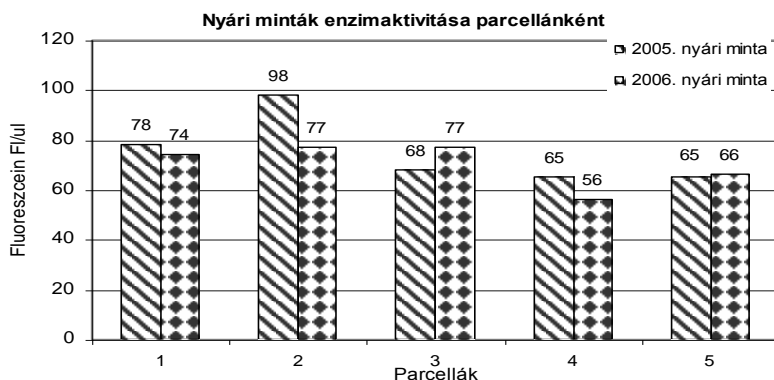


5. ábra Az FDA aktivitás a mintavételi hónap középhőmérséklete és a csapadék mennyisége az 1. parcellán a mintavételi időpontok (1-5, lásd 3. ábra) szerint

Figure 5. FDA activity, mean temperature and precipitation at the 1st plot as a function of sampling times (1-5, see Figure 3.)

Az enzimaktivitás évjárat szerinti alakulása

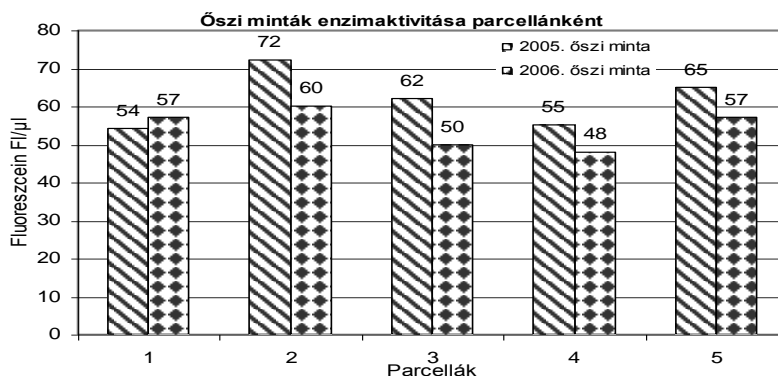
A két vizsgálati év rendszeres mintavételezéseinek eredményeképpen lehetőségünk volt az enzimaktivitások évjárat alakulását (**5. ábra**) is nyomon követni a tesztelt parcellákon. Ennek eredményeként a két egymást-követő évben a legkritikusabb nyári időszakban vett minták FDA aktivitásának az alakulását az **6. ábrán** mutatjuk be. A 2. parcellán a 2005. évben kiemelkedően magas értékeket kaptunk, annak ellenére, hogy a 2005. év a parcellák szempontjából egységesebb volt. A teljes területen 2005-ben elővetemény és pulykaállomány is volt, és csak a 2006. évben kezdődött a vetésforgó. Az ábrán jól megfigyelhető az évjáratthatás jelentkezése.



6. ábra A 2005 és 2006-os évi nyári talajminták FDA enzimaktivitásának alakulása a vetésforgó 5 különböző parcelláján (lásd 1. táblázat)

Figure 6. FDA enzyme activity of summer samples in 2005 and 2006 at the 5 plots (see table 1) of the crop-rotation

Az **7. ábrán** a két őszi időpontban vett talajminták enzimaktivitását hasonlítottuk össze. Ezek között is általában a 2005. évi méréseknél kaptuk a legmagasabb értékeket. Az évjáráthatás tehát ebben az esetben is nagyon jól megfigyelhető, mivel az 1. parcella kivételével az első vizsgálati év értékei magasabbnak adódtak.



7. ábra A 2005- és 2006-os évi őszi talajminták FDA enzimaktivitásának alakulása a vetésforgó 5 különböző parcelláján (lásd 1. táblázat)

Figure 6. FDA enzyme activity of autumn samples in 2005 and 2006 at the 5 plots (see table 1) of the crop-rotation

Az FDA analízis jól alkalmazható technikának bizonyult és arányosan, a kezeléshatásoknak megfelelően jellemezte a talajok mikrobiális aktivitását. A módszer az egyes baktérium-sejt-szuszpenziók mérésére alkalmas műszeres analízisek eredményei mellett (Kamnev et al., 2006) a talajokra vonatkozó, szabadföldi összes mikrobiológiai értékeket mutatja ki, aminek fontosságát Szili-Kovács és Török (2005) is hangsúlyozta. A kontroll, szárnyasokat nem tartalmazó parcellák fluoreszcein mennyiségeiben jelentkező eltérések a domborzati viszonyokkal is magyarázhatók. A mikrobiális aktivitás ugyanis a talajok, parcellák víztartalmára is igen érzékenyen reagál és ezért a területi lejtés miatt nagyobb víztartalmú legalsóbb parcellán adódtak magasabb értékek. A talajok víztartalmának változása az eredményeink alapján is kritikus környezeti tényező a mezőgazdaságban és a környezetvédelemben, ahogy arra Várallyay (1997) is rámutatott.

Az FDA aktivitásban leginkább szezonális, évszakos változásokat tudunk kimutatni a korábbi egyéb mikrobiológiai megfigyelésekkel összhangban (Füzy et al., 2006; 2008). Ennek

megfelelően a nyári szárazság és meleg általában a talajok mikrobiális aktivitásának a lecsökkenését vonja maga után, és a legnagyobb aktivitás a tavaszi hóolvadást és melegedést követi. Ez a tendencia a mérsékelt égövi klimatikus körülmények között általános más mikrobiológiai tulajdonságokra vonatkoztatva is, de az ökológiai termesztés során a szárnyasok bevonásával a nyári klimatikus stressznek a talajéletben bekövetkező hatásai mérsékelhetők voltak. Az eljárást, mint rendszeres vizsgálatokra alkalmas monitorozó módszert nemzetközi kézikönyvben is bemutattuk (Villányi et al., 2006). Az organikus termesztésnek és a szárnyasok talajéletre gyakorolt hatásainak a tartamhatású megállapításához az FDA módszer további alkalmazása javasolt.

Következtetések

Az ökológiai vetésforgó-művelésnél a szárnyasok betelepítése kedvezően hatott a talajok mikrobiológiai tulajdonságaira. A vizsgálatok leginkább kritikus nyári időszakában a talajbiológiai enzimes, fluorescein-diacetát (FDA) aktivitás értékei a szárnyasok jelenlétével javultak. Az FDA módszer alkalmas a talajbiológiai aktivitásban bekövetkező változások nyomon követésére (Villányi et al., 2006). További vizsgálatokat javaslunk a környezetvédelmi és a gazdaságossági szempontok hosszabb távú figyelemmel kísérésére.

Köszönetnyilvánítás

Támogatta a GAK-3 program. A környezetbarát megoldásokat kétoldalú CSIC-HAS, BOKU-TAKI, RAS-HAS projektek is kutatják. Módszertanilag az OTKA (K 68992), a TÁMOP (422-08/1/2008-0016) és az EU-Fp7 Soil-CAM projektjeihez is kapcsolódik. Köszöntjük az MTA TAKI Talajbiológiai és -biokémiai osztályának, a „Soproni Talajbiológiai Iskola” jogutódjának 50 éves és az osztály Rhizobiológiai Kutatórészlegének 10 éves évfordulóját!

Irodalom

- Angerer I. P., Biró B., Köves-Péchy K., Anton A., Kiss E. 1998: Indicator microbes of chlorsulfuron addition detected by a simplified soil dilution method. *Agrokémia Talajtan*, 47: 297–305.
- Biró B. 2002: Talaj és rhizobiológiai eszközökkel a fenntartható növénytermesztés és környezetminőség szolgálatában. *Acta Agronomica Hungarica*, 50: 77–85.
- Biró B., Varga G., Németh T., Hartl W. 2005: Soil quality and nitrate percolation as affected by the horticultural and arable field conditions of organic and conventional agriculture. *Acta Agricult. Scandinav., Sect. B - Soil Pl. Sci.*, 55: 111–119.
- Biró B. 2005: A talaj, mint a mikroszervezetek élettere. In: Stefanovits P., Michéli E. (szerk.): A talajok jelentősége a 21. században. Magyarország az ezredfordulón. Stratégiai Kutatások a Magyar Tudományos Akadémián. II. Az agrárium helyzete és jövője. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest. p. 141–173.
- Birkás M., Jolánkai M., Stingli A., Bottlik L. 2007: Az alkalmazkodó művelés jelentősége a talaj- és klímavédelemben. „KLÍMA-21” Füzetek, 51: 34–47.
- Fülek Gy. (szerk.) 1999: Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda kiadó, Budapest.
- Füzy A., Tóth T., Biró B. 2006: Seasonal dynamics of mycorrhiza (AMF) colonization in the rhizosphere of some dominant halophytes. *Agrokémia, Talajtan*, 56: 231–240.
- Füzy A., Biró B., Tóth T., Hildebrandt, J., Bothe, H. 2008: Drought, but not salinity determines the apparent effectiveness of halophytes colonized by arbuscular mycorrhizal fungi. *J. Plant Physiology*, 165: 1181–1192.
- Mikanová, O., Kubát, J., Mikhailovskaya, N., Vörös I., Biró B. 2001: Influence of heavy metal pollution on some biological parameters in the alluvium of the Litavka river. *Rostl. Výroba*, 47(3): 117–122.

- Kamnev, A. A., Tugarova, A. V., Antonyuk, L. P., Tarantilis, P. A., Kulikov, L. A., Perfiliev, Yu. D., Polissiou, M. G., Gardiner, P. H. E. 2006: Instrumental analysis of bacterial cells using vibrational and emission Mössbauer spectroscopic techniques. *Anal. Chim. Acta*, 573–574: 445–452.
- Kátai J., 2006: Changes in soil characteristics in mono-and triculture longterm field experiment. *Agrokém. Talajtan*, 55: 183–192.
- Kiss I. 1958: Talajenzimek. In: Csapó M. J.: Talajtan, Bukarest.
- Monori I, Blaskó L, Zsigrai Gy, Biró B 2008: TERRASOL compost from sheep manure. In: V. Koutev (ed.): 13th RAMIRAN International Conference. Potential for simple technology solutions in organic manure management. Albena, Bulgaria. Ambrozia NT Ltd. p. 421–424.
- Radics L. (szerk.) 2001: Ökológiai gazdálkodás. Budapest, Dinasztia Kiadó.
- Radics L., Seregi J. 2005: Ökológiai szemléletű állattermék-előállítás. Budapest, Szaktudás Kiadóház.
- Schnürer, J, Rosswall, T. 1982: Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of total microbial activity in soil and litter. *Applied Environmental Microbiology*, 43: 1256–1261.
- Szabó I. M. 1986: Az általános talajtan biológiai alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Szegi J. 1979: Talajmikrobiológiai vizsgálati módszerek. Budapest, Mezőgazdasági kiadó. p. 150.
- Szili-Kovács T., Gulyás F., Anton A., Biró B. 1997: Application of some biological methods for the indication of the soil environmental quality. *Acta Microbiol. Immunol. Hu.*, 44: 100–101.
- Szili-Kovács T., Török K. 2005: Szénforrás-kezelés hatása a talaj mikrobiális aktivitására és biomasszájára felhagyott homoki szántókon. *Agrokémia és Talajtan*, 54: 149–162.
- Várallyay Gy. 1997: Environmental relationships of soil water management. In: Nagy J. (ed.): Soil, plant and environment relationships. DAU, Debrecen. p. 7–32.
- Villányi I., Füzy A., Angerer I., Biró B. 2006: Total catabolic enzyme activity of microbial communities. Fluorescein diacetate analysis (FDA). In: Jones, D. L. (ed.): Understanding and modelling plant-soil interactions in the rhizosphere environment. Handbook of methods used in rhizosphere research. Chapter 4.2. Biochemistry. Swiss Federal Research Institute WSL, Birmensdorf. p. 441–442.

Abstract

ENHANCED SOIL-ENZYMATIC ACTIVITY BY POULTRIES IN CROP ROTATION PLOTS OF AN ECOLOGICAL FARMING SYSTEM

BORBÁLA BIRÓ^{1,2}, MÓNKA DOMONKOS^{1,3}, PÉTER PUSZTAI⁴ and LÁSZLÓ RADICS⁴

¹Laboratory of Rhizobiology, Dept. Soilbiology, -biochemistry, Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of Hungarian Academy of Sciences

H-1022 Budapest, Herman Ottó út 15., Hungary, e-mail: biro@rissac.hu

²College of Dunaújváros, Dept. Natural Sciences and Ecology, Dunaújváros

³University Szent István, Institute of Agriculture and Ecology, Gödöllő

⁴University Corvinus, Dept. Ecological Farming systems, Budapest

The total soilmicrobial enzymatic activity was measured regularly in seasonal and annual variability (for 2 consecutive years) by using the fluorescein-di-acetate (FDA) hydrolysis in an ecological farm of Soroksár, Hungary. The treatments were developed according to the organic agricultural practice with a parallel production of other healthy foods (meet, eggs) beside the usual crop production. As a normal consequence of to this approach, the productivity of the soils will become „sustainable” on an environmental-friendly way. The aim of our study was to demonstrate the positive effect of the poultries (turkeys, chickens) on the soil-health and also on the soil-fertility, through the soil-enzymatic activities. Regular assessments of the total catabolic enzyme activity were performed by

using the Fluorescent-Di-Acetate (FDA) analysis, which can show the soil-biological status of the soils. There were 5 different treatment used on the experimental site (Soroksár, Hungary) by involving the poultries on the usual crop rotation practice with barley, clover and potato. The poultries was applied at the 1st plot. Upper 0-20 cm of the soil was sampled regularly on a seasonal and biannual variability. The results of soil-enzymatic activity were correlated by the temperature and precipitation data of the site. There was a clear seasonal pattern and an annual variability found regarding the measured FDA activities of the soils. Those data was in close relation with the precipitation and with the temperature status of the site. When considering the annual variability, a significantly greater activity was found in the first year as a consequence of the better precipitation status. In the temperate climate the enhanced soil-biological activity develops at spring, while the summer stress reduces it in general, and there is another peak at autumn. That reduced summer activity of the soil-microbes could be eliminated and improved by involving the poultries into the crop-rotation system. Reason of this phenomenon could be the improved and more continuous availability of the soil-nutrients, the enhanced (more basic) soil-pH and the greater plant-production. According to the study reasonable combination of ecological and economical interests can be potentially possible by using poultries in ecological farming systems. FDA activity, as potential soil-biological indicator method was introduced to international manual book.

A TALAJERŐ-GAZDÁLKODÁS RÉGI-ÚJ LEHETŐSÉGE, ÉDESCSILLAGFÜRT A KEDVEZŐTLEN TERMŐHELYI ADOTTSÁGÚ AGROÖKOLÓGIAI KÖRZETEK BEN

BORBÉLY FERENC, HENZSEL ISTVÁN és TÓTH GABRIELLA

DE-AGTC KIT Nyíregyházi Kutató Intézet

4400 Nyíregyháza, Westsik V. u. 4-6., e-mail: borbelyf@nykk.date.hu, henzsel@nykk.date.hu, toga@nykk.date.hu

Összefoglalás

A mezőgazdasági termelés alapját képező termőföld védelme, racionális hasznosítása nemzetgazdasági érdek, a vidék népességmegtartó képességének záloga. A gazdálkodás eredményességének, a termelés hatékonyságának egyik legnagyobb mértékben meghatározó tényezője a talajtermékenység. Kialakítása, fenntartása állandó odafigyelést, összehangolt tevékenységet igényel. A talajerő-gazdálkodás nemcsak a makro-, és mikrotápanyagok, vagy a szervesanyag-visszapótlás, hanem ebben nagyon fontos szerepet játszik a vetésszerkezet növényeinek kiválasztása, azok sorrendjének meghatározása is. Jelentős hatást gyakorol a talajtermékenység alakulására a talajművelés; a műveletek eszközei, száma és a munka minősége. A savanyú talajok – éppen fizikai, kémiai tulajdonságai következtében – egysíkú vetésszerkezetének bővítését teszi lehetővé az édescsillagfürt, mely nemcsak elviseli a savanyú talajokat, hanem kimondottan ezeken termesztethető szántóföldi kultúra. Mélyen gyökerező, a legtöbb nitrogént gyűjtő pillangósvirágú, magas fehérjetartalmú, sokoldalúan felhasználható takarmánynövény. Közvetlen talajjavító hatása mellett, mely általában az utána következő növény 15–20 %-os terméstöbbletében realizálódik, közvetett hatásaként a fehérjedús takarmánytermelés növelésén keresztül az állatállomány fejlesztését is lehetővé teszi.

Kulcsszavak: elővetemény-érték, növényssorrend, talajtermékenység

Bevezetés

A növénytermesztés eredményességét, a termésátlagok alakulását alapvetően a talajtermékenység határozza meg, amely viszont a termelés során, megfelelő tápanyag-visszapótlás hiányában egyre csökken. Liebig már az 1840-es években rámutatott, hogy a kultúrnövények terméshozamainak huzamosabb ideig való fenntartása csak úgy lehetséges, ha a terméssel kivont tápanyagok pótlásáról gondoskodunk. A használat során azonban a talajoknak nemcsak a tápanyagtökéje, hanem szervesanyag-tartalma, illetve humuszkészlete is jelentősen fogy (Kreybig, 1952; Tisdale és Nelson, 1966).

Tekintettel arra, hogy a szerves anyagnak a talajtermékenység alakulása mellett rendkívül fontos szerepe van a talajok regenerálódási folyamataiban, a kedvezőtlen külső hatások kivédésében, ezért növeléséről, – lehetőség hiányában – legalább pótlásáról feltétlen gondoskodni kell.

A talajok szerves anyaggal való ellátásának kétségtelen, egyik legközvetlenebb módja az istállótrágyázás, de nem ez az egyedüli megoldás. Bizonyos körülmények között hatásosabb lehet a talajjavító növények megfelelő arányú termesztése, a „kellően megszervezett talajhasználat” (Kemenesy, 1956). A talaj humusztartalmát – Vetter (1959) szerint – a vetésforgó szerkezeti összetétele nagyobb mértékben befolyásolja, mint a külön adagolt szerves trágya.

A gyökérszét igen fontos szerepet tölt be a talaj termékenységének alakulásában, annál is inkább, mivel a termőréteget tulajdonképpen az eredeti növényformáció hozza létre, s így a termesztett növények sem ronthatják el a talajtermékenységet, sőt fokozzák, ha megfelelő körülményekkel és helyesen állítjuk össze a növényi sorrendet (Fekete, 1958).

A *talajerő-gazdálkodás*, vagyis a talaj termékenységének kialakítására, fenntartására és fokozására irányuló tevékenység – mutat rá Kemenes (1956) –, szerteágazó, körültekintő szakértelmet igénylő feladat, a mezőgazdaság szinte valamennyi mozzanatára ki kell terjedni a figyelemnek és az üzem majdnem valamennyi ágazatát érinti és „*lényegében nem egyéb humuszgazdálkodásnál.*”

Kemenes (1956) a talajerő-gazdálkodást három biotechnikai tényező köré csoportosítja: 1.) a talajhasználat (zöldtrágyázás, gyökérmaradványok vetésforgó stb.), amely alapvető tényezője a humuszgazdálkodásnak, 2.) a trágyázás, amely a legközvetlenebbül érinti a célkitűzést és 3.) a biológiai talajművelés, amely részben a talajérettséget hivatott elősegíteni, részben pedig serkenteni a talajerő mozgósítását. Kreybig (1956) szerint szintén e három tényező a legfontosabb, és a kis termésátlagok okainak az ezekben elkövetett hibákat tartja, s e tényezők *szakszerűsítésével* az országos a termésátlagok 50–60 %-kal növelhetők lennének.

Arra vonatkozóan, hogy jobb gazdasági eredményt miként lehet leggyorsabban elérni, Westsik (1941) a következőket javasolja: „Tehát a rendszeres trágyázáson, okszerű talajművelésen, jó vetőmagon és növényápoláson kívül igen nagy súlyt kell helyezni a szántóföld növénytermesztési beosztására, annnyival inkább, mivel a tervszerű növényi sorrend, vagyis a helyes vetésforgó az az eszköz, melynek döntő befolyása van a gazdálkodás jövedelmező voltára.” A továbbiakban megjegyzi, hogy a felsoroltak közül a helyes vetésforgó kialakítása és véghez vitele egyedül az, ami „*nem ró a gazdára anyagi terhet.*”

A talajerő-visszapótlás kérdésének megoldása elsődlegesen azokban a kedvezőtlen talajadottságú tájkorzetekben jelentette és jelenti ma is a legnehezebb feladatot, amely térségekben a legnagyobb szükség lenne rá. Nevezetesen a gyenge termékenyséű talajokon, ahol éppen a talajok fizikai, kémiai tulajdonságai következtében csekély az eredményesen termelhető takarmánynövények száma. Kevés a takarmány, kevés az állat, nincs elegendő istállótrágya a talaj termőerejének fenntartásához sem, nemhogy – a gazdálkodás eredményességének alapját biztosító – növeléséhez.

Az állatnélküli gazdálkodás a kutatók és gyakorló gazdák egybehangzó véleménye szerint mindennek nevezhető csak könnyűnek nem, s inkább specialistáknak, vagy művészeknek való, egyenértékű a humusznélküliséggel (Scheffer és Kolbe, 1958; Groh, 1958 cit. Schüller, 1961).

Kemenes (1956) attól függetlenül, hogy az adott területen a zöldtrágya, vagy az istállótrágyázás hatása nagyobb, a szervesztrágyázás mindkét formáját szükségesnek tartja. Az eddigi vizsgálatok szerint ugyanis, míg a zöldtrágyából általában gyorsan lebomló, *rövidebb ideig tartó táphumusz* képződik, addig az istállótrágyából viszont „*tartósabb humusz-frakció gazdagítja a talajt.*”

Általában a pillangósvirágú növények és köztük a csillagfürt talaj termékenységére gyakorolt kedvező hatását a földműveléssel foglalkozók hamar felismerték. Az ókor mezőgazdasági szakírói, Theophrasztosz (Kr.e. 372–288), Cato (Kr.e. 243–149), Varro (Kr.e. 163–27), Columella (Kr.u. 1. század), Plinius (Kr.u. 24–79) és mások írásaikból tudjuk, hogy a régi görögök, a rómaiak és az egyiptomiak már ismerték a csillagfürt talajgazdagító hatását, étkezési,- és takarmányozási értékét, de mérgező tulajdonságát is. Jó tanácsokat adnak termesztésére – vetés, betakarítás idejére, módjára – a mag étkezés, illetve takarmányozás előtti előkészítésére, a mérgező anyagok eltávolítási módjára stb. Abból, hogy a korabeli szakirodalom ilyen részletességgel foglalkozik a csillagfürttel, termesztésének és felhasználásának ismertetésével, arra lehet következtetni, hogy a görög–római birodalomban általánosan elterjedt és megbecsült szántóföldi kultúrnövénynek számított a fehérvirágú csillagfürt (*Lupinus albus* L.), melynek termesztésbe vételét valószínű a görögök kezdték el. Később termesztése mindinkább a zöldtrágyázás irányába tolódott.

Közép-európai terjedésének kezdete 1783-tól számítható, amikor II. Frigyes király Németország egyes körzeteiben elrendelte kötelező termesztését (Németh és Kurnik, 1970). El nem évülő érdemeket szerzett Borrach, aki Németországban, 1841-ben elsőként állította kísérletbe a rövidebb tenyészidejű sárgavirágú (*Lupinus luteus* L.), és a kékvirágú, vagy keskenylevelű (*Lupinus angustifolius* L.) csillagfürt-fajokat, melynek eredményeként a csillagfürttermesztés gyorsütemben terjedt.

Terjedéséhez külön lendületet adott, amikor felismerték légköri nitrogéngyűjtését, valamint azt, hogy zöldtrágyának tarlóba is vethető (Schultz-Lupitz, 1881 cit Fehér, 1954). A termesztési kedv további növeléséhez nagymértékben hozzájárultak a németországi csillagfürttermesztés és zöldtrágyázás tudományos megalapítójának Schultz-Lupitz-nak, savanyú, gyenge termékenyséű homoktalajú gazdaságában elért eredményei. A gazdaság talajának termőképességére vonatkozóan közli, hogy kezdetkor a rozs magtermése hektáronként 400 kg volt, ami 20 év csillagfürttermesztés hatására 1100 kg-ra nőtt. Az 1874-től 1888-ig tartó időszakban a csillagfürt zöldtrágyás vetésforgóban a burgonya termése 9,5 t/ha-ról, 19,35 t/ha-ra emelkedett.

A zöldtrágya és istállótrágya hatásának összehasonlítására beállított kísérletében a burgonya hektáronként: *istállótrágya után* 14,6 tonna, *csillagfürt zöldtrágya után* 23,4 tonna termést adott. A csillagfürt zöldtrágyázás kedvezőbbnek bizonyult, s mintegy 60 %-kal növelte a termés mennyiséget. A magyarázatot keresve vizsgálata szerint, amíg a burgonya gyökerei az istállótrágya után a talaj felső 45 cm-es rétegében helyezkedtek el, addig a csillagfürt után 120 cm mélységig lehatoltak a talajba (Schultz-Lupitz, 1895 cit Németh és Kurnik. 1970).

Hasonlóak a magyarországi megfigyelések is. Ajtay (1957) tapasztalata, hogy a savanyú nyírségi futóhomokokon a csillagfürt zöldtrágya nemcsak versenyez az istállótrágyával, hanem hatásában felül is múlja azt. Vetésforgó kísérletei alapján Westsik (1960) rámutat, hogy a savanyú homoktalajokon a zöldtrágyázás előnyösebb, mint az istállótrágyázás. Közismertté vált mondása: „Homokon az istállótrágya hevít, a zöldtrágya üdít.”

A zöldtrágyázás több ezer éves múltra tekint vissza. A zöldtrágyázás jelentőségének és módjának, a különböző zöldtrágyanövényeknek a talaj fizikai, kémiai tulajdonságaira, a talajéletre gyakorolt hatásának tanulmányozásával kapcsolatos szakirodalom több ezerre, a csillagfürtök vonatkozásában is több százra tehető. Úgy gondoljuk, ezek ismertetése túlhaladná e dolgozat kereteit, de nem is ez a cél, tehát ezektől eltekintünk. A legfontosabb növénytani sajátosságokról, tulajdonságokról, – irodalmi adatok és saját vizsgálatok, megfigyelések alapján, – egy rövid áttekintést adunk.

Nem lenne azonban teljes a csillagfürtre vonatkozó összeállítás, ha előtte nem emlékeznénk, meg von R. Sengbusch német növénynemesítő munkásságáról, akinek a világon elsőként sikerült 1928-ban egy „édescsillagfürtöt”, azaz takarmányozásra kiválóan alkalmas fajtát kinemesíteni és ezzel tulajdonképpen a keserű, mérgező anyagokat tartalmazó vadnövényből értékes, magas fehérjetartalmú kultúrnövényt előállítani.

A sárgavirágú édes csillagfürtöt (*L. luteus* L.) rövidesen követte a kékvirágú, vagy keskenylevelű (*L. angustifolius* L.), valamint a fehérvirágú (*L. albus* L.) édes fajták forgalomba kerülése. Ma már a termelők rendelkezésére álló csillagfürtfajokkal és változatokkal a csillagfürttermesztés a savanyú laza homoktalajoktól a vályogon keresztül az agyagig terjed és hasznosítása a zöldtrágyától, a zöldtakarmányon keresztül a mag, abrak takarmány értékes koncentrált fehérje komponenseként, vagy élelmiszeripari alapanyagként történő felhasználásáig terjed. Hazánkban a savanyú és erősen savanyú talajok együttes területe mintegy 2,2–2,5 millió hektár. A csillagfürttermesztésre alkalmas agroökológiai körzeteket az **1. ábra** mutatja.

A csillagfürttermesztés jelentőségét, gazdálkodásban betöltött szerepét Borbély, (2006) az alábbiakban foglalja össze:

- nemcsak eltűri, hanem kimondottan a savanyú talajokon díszlik;
- a talajok tápanyagkészletével szemben különösebb követelményt nem támaszt, a hüvelyes növények közül a legigénytelenebb;
- mélyre hatoló gyökérrendszerével a talaj mélyebb rétegeibe mosódott tápanyagokat is hasznosítani tudja;
- agresszív gyökérsavaival a nehezen felvehető tápanyagokat képes feltárni, s ezzel nemcsak a maga, hanem az utána következő növények számára is mobilizálni;
- az egyik legtöbb (120–180 kg/ha) légköri nitrogént megkötő pillangós virágú növényünk;
- a gyökerek lazítják az altalajt és nagymennyiségű szerves,- és tápanyagot hagynak vissza;



1. ábra Magyarország csillagfűrt termesztésére alkalmas agroökológiai körzetei
Figure 1. Agroecological districts which are suitable for lupin production in Hungary

- kiváló elővetemény, az utána következő növény terméstöbblete 15–20 %;
- a mag fehérjetartalma magas (35–48 %), fehérjéjének biológiai értéke erősen megközelíti a szójáját;
- emészthetősége kiváló, antinutritív anyagokat csekély mennyiségben tartalmaz, minden előzetes kémiai kezelés nélkül takarmányozható;
- zöldtömege közvetlenül vagy silózva a lucernával azonos értékű szálatakarmány;
- környezetkímélő kultúra, termesztéséhez nem, vagy csak kis mennyiségű kemikáliát igényel;
- a növényi sorrendbe jól beilleszthető, teljesen gépesíthető, speciális gépigénye nincs;
- termesztése biológiai talajjavítás.

Anyag és módszer

Westsik Vilmos által 1929-ben beállított homokjavító rendszer összesen 15 vetésforgóból áll, melyből 14 háromszakaszos és 1 négyszakaszos. Ami a vetésforgók alapelvét és beosztását illeti, egy kivételével, – melyre a későbbiek során visszatérünk – a háromnyomásos gazdálkodási rendszer javított formáinak tekinthetők, amelyek tulajdonképpen a talajerő-visszapótlás különböző lehetőségeit modellezik, a két főnövénynek, a rozsnak és a burgonyának, az egyes vetésforgókban elért termésátlagaik alapján.

A vetésforgók közül 1 a parlagoltatás, 2 az istállótrágyázás, 4 a szalmatrágyázás, 8 a csillagfűrttermesztés talajtermékenységre gyakorolt hatásának tanulmányozását szolgálja. Az I. számú vetésforgó, melyben a növényi sorrend parlag-rozs-burgonya, tulajdonképpen valamennyi vetésforgó kezeletlen kontrolljának tekinthető.

Metodikai szempontból a vetésforgók ismétlés nélküli, kiterített rendszerűek, amelyekben minden évben minden szakasz elvetésre kerül. Ugyanakkor, mivel a vetésforgók egymásra épülnek, a „kezelések” információtartama megnő.

A vetésforgók részletes leírásától eltekintünk, ahol azonban az eredmények pontosítása érdekében szükséges, ott kitérünk rá.

A homokjavító vetésforgók Nyíregyháza külterületén, északi irányban az úgynevezett „Szarvassziget” két homokdombvonulatán helyezkednek el (2. ábra).



2. ábra A Westsik-féle vetésforgó kísérletek madártávlatból
Figure 2. Westsik's Crop Rotation Experiment from bird's-eye view

A kísérletek talaja savanyú (pH 6,4–6,8), altalajában kovárányos barna erdő-, felszíni 20–40 cm-es rétegében futóhomoktalaj. Alacsony humusztartalma és kedvezőtlen mechanikai összetétele miatt a talaj vízkapacitása igen alacsony. A vetésforgórendszer helye mind talaj-, és domborzati viszonyok, mind éghajlati tényezők tekintetében jól reprezentálja a Nyírség természeti adottságait.

Eredmények és megvitatás

A következőkben a homokjavító vetésforgók közül kimondottan csak azokat kívánjuk bemutatni a rozs és burgonya 1931–2009 évek termésátlagai alapján, amelyekben a talajerő-visszapótlás csillagfűrttermesztésre alapult. Az eredményeket a jobb áttekinthetőség érdekében csoportosítva, témakörönként külön-külön tárgyaljuk. Természetesen a táblázatokban szerepeltetjük azoknak a vetésforgóknak a termésátlagait is, amelyekkel célszerű a „csillagfűrtös eredményeket” összehasonlítani.

Fővetésű, eltérő hasznosítású csillagfűrt hatása, műtrágya kiegészítéssel

A csillagfűrttermesztés talajtermékenysége gyakorolt hatásának vizsgálatához az a három vetésforgó ad jó összehasonlítási alapot, amelyeknek az első szakaszaiban főnövényként csillagfűrt van, de a hasznosítás iránya vetésforgónként más és más. Nevezetesen, a II-es számú vetésforgóban a csillagfűrt teljes zöldtömege – érés előtt, zöldhüvelyes állapotban – beszántásra kerül, a IX-es számúban a növényállomány földfeletti tömegének betakarítása zöldtakarmány célra zsenge hüvelyfázisban történik, a III-as forgóban a csillagfűrttermesztés célja magfogas.

A talajerő-visszapótlást tehát, a II-es forgóban csillagfűrt teljes tömege, a III-as és IX-es vetésforgókban csak a csillagfűrt gyökér-, és tarlómaradványai adják. Mindhárom vetésforgóban az alap műtrágyázás majdnem azonos, a különbség annyi, hogy a IX-es, zöldtakarmányos vetésforgó második szakasza 43 kg/ha N kiegészítést kap, a II-es és a III-as vetésforgó viszont nem.

Az eredményeket az **1. táblázatban** foglaltuk össze, amelyben viszonyítási alapként az „I. sz. homokjavítás parlagoltatással” adatai mellett, közöljük a „XI. sz. homokjavítás istállótrágyázással és műtrágyázással” vetésforgókban elért termésátlagokat is. Az I-es számú

vetésforgó sem szerves-, sem műtrágyázásban nem részesül. Az istállótrágyás vetésforgóban (XI.) a növényi sorrend a következő: zabosbúkköny zöldtakarmánynak, rozs magnak, burgonya. Istállótrágyát a vetésforgó első szakasza kap, mennyisége 26,1 t/ha, amelyhez a műtrágya kiegészítés mennyiségben és összetételben teljesen azonos a II-es és a III-as vetésforgókban alkalmazottakkal.

Vetésforgók (1)	termésátlag t/ha (2)	
	rozs (3)	burgonya (4)
I. Parlagoltatás	1,14	4,77
II. Fővetésű csillagfürtzöldtrágya	2,38	8,57
III. Csillagfürt magnak	2,17	8,74
IX. Fővetésű csillagfürt-zöldtakarmány	2,50	9,87
XI. sz. Istállótrágyás	2,52	13,90

1. táblázat A csillagfürt zöldtrágya és a csillagfürt gyökértrágya hatása
(Nyíregyháza, 1931–2009)

Table 1. The effect of lupin green manure and lupin root manure
(Nyíregyháza, 1931–2009)

Rotation (1) average yield t/ha (2), Rye (3), Potato (4),

I. Fallow, II. Lupine green manure as main crop, III. Lupine main crop for seed production (root manure), IX. Lupine green forage (root manure), XI. Farmyard manure 26,1 t/ha with chemical fertilizer

Az eredmények alapján egyértelműen megállapítható, hogy a csillagfürttermesztésnek a talaj termőerejére gyakorolt hatása igen kedvező, – függetlenül a hasznosítási iránytól – jelentősen megnöveli a termésátlagokat. A hozamnövekedés a csillagfürtöt követő rozs esetében, a parlagoltatási rendszerhez viszonyítva több mint kétszeres (sorrendben: 206; 190; 219 %), de rozsot követő burgonyánál is meghaladja a 80–100%-ot (sorrendben: 180; 183; 207%).

Figyelemre méltó a három csillagfürtös vetésforgó termésátlagainak alakulása. Elméleti megfontolások szerint a legjobb eredményt a „zöldtrágyás” vetésforgóban kellene kapni, tekintettel arra, hogy ebben a forgóban a csillagfürt teljes tömege a talajerő-visszapótlás növelése érdekében beszántásra kerül. A várakozás ellenére legjobbnak a „zöldtakarmány-termesztéses” vetésforgó bizonyult. Ebben minden valószínűség szerint jelentős szerepe van annak a többlet N-nek – 43 kg hatóanyag/ha –, melyet a rozs kap.

A főnövényi zöldtrágyázásos és magtermesztéses vetésforgóban elért termésátlagokat összehasonlítva megállapítható, hogy közöttük a különbség – rozból 210 kg-mal kevesebb, burgonyából viszont 170 kg-mal több – gyakorlatilag oly csekély, hogy szakmai és gazdasági szempontból egyaránt kérdésessé teszi a főnövényi zöldtrágyázás célszerűségét. Annál is inkább, mert ha beszántás helyett zöldtakarmánnyként kerül felhasználásra, hektáronként 900–1200 kg magas biológiai értékű fehérjét nyerünk, amely mintegy 2,0–2,5 nagytetű számosállat évi fehérje szükségletét fedezi.

Ez azonban távolról sem azt jelenti, hogy a főnövényi zöldtrágyázás esetenként nem lehet a talajtermékenység fokozás leghatékonyabb eszköze, hanem csak azt, hogy bizonyos gazdálkodási szint elérését követően lehet gazdaságosabb, hatékonyabb módszert is találni az eredményesség fokozására.

A csillagfürtös vetésforgók eredményeit az istállótrágyás vetésforgóban elért termésátlagokkal összehasonlítva a különbség az utóbbi javára a rozból nem túl nagy, 1–14%, burgonyából viszont jelentős, 30–40 % közötti.

Az eredmények reális értékeléséhez figyelembe kell venni, hogy a II., III., IX., valamint XI. vetésforgókba „bevitt” táp-, és szervesanyag-mennyiség tekintetében nagyságrendi különbség van. Mind a négy vetésforgó első szakaszában pillangós szerepel, egységes műtrágya összetétellel

és dózisokkal, de míg a XI-es számú vetésforgó további 26,1 t/ha istállótrágya kiegészítést kap, addig a csillagfürtös forgók nem.

Másodvetésű csillagfürt zöldtrágyázás hatása, műtrágya kiegészítés nélkül

A másodvetésű csillagfürt zöldtrágyázással kapcsolatban meg kell jegyeznünk, hogy a növény kelését, növekedését nagymértékben befolyásolja a július végi, augusztusi csapadék mennyisége. Magyarország éghajlati viszonyai között, kiadós esőzés ebben az időszakban elég bizonytalan, különösen a Nyírségben, s ennek következtében a zöldtömeg mennyisége, s így a zöldtrágyázás eredményessége évenként igen eltérő. Westsik (1960) megfigyelése szerint 10 évből a másodvetés 3 évben jól, 3 évben közepesen, 2 évben gyengén, 2 évben rosszul sikerül.

A másodvetésű csillagfürt zöldtrágyázással történő talajerő-visszapótlás hatását vizsgálva, az adatokból kitűnik, hogy míg a rozs termésátlagai mindkét vetésforgóban azonosnak tekinthetők, addig a burgonya hozama a zöldtrágyázottban 70 %-kal több (**2. táblázat**). Ez a termésthöbbllet egyértelműen a csillagfürt zöldtrágya hatásának tulajdonítható, mivel a XV-ös jelű vetésforgó, hasonlóan a kontrollhoz, semmilyen tápanyag kiegészítésben nem részesül.

Vetésforgók (1)	termésátlag t/ha (2)		
	rozs (3)	rozs (3)	burgonya (4)
I. Parlagoltatás	–	1,14	4,77
XV. Csillagfürt zöldtrágya másodvetésben	1,15	1,12	8,12

2. táblázat A másodvetésű csillagfürt zöldtrágya hatása műtrágya kiegészítés nélkül
(Nyíregyháza, 1931–2009)

Table 2. The effect of second crop lupin without chemical fertilization
(Nyíregyháza, 1931–2009)

I. Fallow, XV. Lupine green manure as a second crop

Az eredmények rámutatnak arra, hogy a másodvetésű csillagfürt zöldtrágyázás hosszabb távon a talajerő-visszapótlás eredményes eszköze lehet még azokban a tájörzetekben is, amelyekben az éghajlati adottságok a másodvetések számára általában nem a legkedvezőbbek. Rendszeres alkalmazása javítja a talaj termékenységet és gazdaságos, mivel a tartóhántást és ápolását egyébként is el kell végezni, s így tulajdonképpen majdnem csak a vetőmagár és a vetés jelent némi többlet kiadást, amelyekkel bevételként szemben áll a burgonya hektáronként 3,35 tonna termésthöbbllet értéke, valamint annak a hektáronként 1,15 tonna rozsnak az értéke is, ami az „ugar helyén termett”.

Másodvetésű csillagfürt zöldtrágya műtrágyákkal kiegészített hatása

A műtrágyákkal kiegészített másodvetésű csillagfürt zöldtrágyázás talaj termékenységre gyakorolt hatását a XIII-as és a XIV-es vetésforgó termésátlagai mutatják. A két vetésforgó egységesen ugyanolyan műtrágya kiegészítésben részesül. Kontrollként a XV-ös vetésforgó termés adatai szolgálnak, amely vetésforgó a csillagfürt zöldtrágyán kívül – mint arra az előzőekben már rámutattunk –, sem szerves-, sem műtrágya kiegészítést nem kap. Egyéb vonatkozásokban – növényi sorrend, művelés, fajta, növényápolás stb. – mindhárom vetésforgó közel azonos. A vetésforgók között a zöldtrágya leszántásának idejében van eltérés, míg a XIV-as forgóban őszi, addig a XIII-es és a XV-ös vetésforgóban tavasszal történik.

Az adatokból szembetűnik (**3. táblázat**), hogy a műtrágya kiegészítés jelentősen fokozza a csillagfürt hatását, ami elsősorban a rozs esetében igen számottevő, csaknem kétszeres, de a burgonya esetében is közel 40 %-os termésthöbblletet jelent.

Az adatokat összehasonlítva az istállótrágyás vetésforgóban elért termésátlagokkal megállapítható, hogy a műtrágyákkal kiegészített másodvetésű csillagfürt zöldtrágyázásos őszi leszántású vetésforgó (XIV.) hozamban alig marad el a viszonylag jelentős mennyiségű

istállótrágyázásban részesülő vetésforgóban elért eredményektől. A különbség rozsból 4 %, burgonyából 16 %.

Vetésforgó (1)	termésátlag t/ha (2)		
	rozs (3)	rozs (3)	burgonya (4)
XV. Csillagfürt zöldtrágya másodvetésben műtrágya nélkül	1,15	1,12	8,12
XIII. Csillagfürt zöldtrágya másodvetésben (műtrágyázott)	2,27	2,14	11,15
XIV. Csillagfürt zöldtrágya másodvetésben (műtrágyázott)	2,28	2,26	11,32
XI. sz. Istállótrágyás	–	2,52	13,90

3. táblázat A másodvetésű csillagfürt zöldtrágya hatása műtrágya kiegészítéssel (Nyíregyháza, 1931–2009)

Table 3. The effect of second crop lupin green manure with chemical fertilizer (Nyíregyháza, 1931–2009)

XV. Lupine green manure as second crop, XIII Lupine green manure as second crop, crop +NPK, XIV. Lupine green manure as second crop, +NPK, XI. Farmyard manure 26,1 t/ha with chemical fertilizer

Ami a zöldtrágya leszántásának időpontját illeti, a kísérletek szerint a Nyírség homoktalajain a tavaszi leszántás kedvezőbb. Valószínű ebben a homok megkötése mellett jelentős szerepet játszik a téli csapadék megfogása, s a területen tartásából eredő víztöbblet.

A kettős csillagfürttermesztés hatása a vetésforgóban

A Westsik-féle homokjavító vetésforgók három szakaszosak. Kivételt képez – mint arra az előzőekben már rámutattunk – a VIII. számú, mely 4 szakaszos. Ebben a csillagfürt kétszer fordul elő; az első szakaszban magnak, a második szakaszban a rozs után másodvetésű zöldtrágyaként. A műtrágya mennyiségek tekintetében a különbség csak annyi az istállótrágyás vetésforgóhoz viszonyítva, hogy a VIII. vetésforgó 1. szakasza hektáronként hatóanyagban 43 kg N kiegészítést kap. Az eredményeket a **4. táblázatban** ismertetjük.

Vetésforgók (1)	termésátlag t/ha (2)		
	rozs (3)	rozs (3)	burgonya (4)
VIII. Csillagfürt magnak + mv. csillagfürt zöldtrágya	2,39	2,65	13,55
XI. sz. Istállótrágyás		2,56	13,90

4. táblázat. A csillagfürt gyökértrágya és a másodvetésű zöldtrágya együttes hatása (Nyíregyháza, 1931–2009)

Table 4. The effect of lupin root manure and second crop lupin green manure (Nyíregyháza, 1931–2009)

VIII. Lupine for seed + lupine as second crop, XI. Farmyard manure 26,1 t/ha with chemical fertilizer

A táblázati adatokból kitűnik, hogy a két vetésforgó termésátlagai között gyakorlatilag nincs különbség. A csillagfürt megfelelő alkalmazásával és rendszeres termesztésével tehát, olyan termésátlagok érhetők el, mint egy viszonylag nagy adagú istállótrágyázással.

A csillagfürttermesztés „utóhatása” természetes, hogy legnagyobb az első évben, de mint azt az eredmények egyértelműen igazolják, nemcsak a zöldtrágyázás évében, hanem még a második évben is jelentős.

Következtetések

A vetésforgó-kísérletek eredményei alapján az alábbi következtetések vonhatók le:

- a csillagfürt rendszeres termesztésével – a gyökértrágya csekély mennyiségű foszfor-, és kálműtrágya kiegészítésekkel –, jelentősen fokozható a talajok termékenysége;
- a másodvetésű csillagfürt zöldtrágyázás hosszabb távon még azokban a tájörzetekben is növeli a talajtermékenységet, amelyekben a csapadékviszonyok nem minden évben a legkedvezőbbek;
- az édes csillagfürt zöldtömege a lucernával egyenértékű fehérjedús takarmány, amellyel megnő a gyenge termékenységű talajok állattartó képessége. Több állat, több istállótrágya a talajerő-visszapótlás céljára.

Az édes csillagfürt termesztés közvetlen és közvetett módon is elősegíti a tájegység gazdaságaiban a talajerő-gazdálkodás racionális megszervezését, a hozamok növelésén keresztül pedig a térség népességmegtartó képességének fokozását. A jövő fenntartható, környezetkímélő mezőgazdaságában célszerű lenne lényegesen nagyobb figyelmet fordítani és *hatékonyan elősegíteni* ennek az igen értékes, régi – új növénynek, az édes csillagfürtnek a termesztését.

Irodalom

- Ajtay Ö. 1957: A csillagfürt zöldtrágya hatása a nyírségi futóhomokon. Magyar Mezőgazdaság, Budapest, 12(16):
- Borbély F. 2006: Az édes csillagfürt-jelentősége. AgárUnió, 7(4): 12.
- Fehér D. 1954: Talajbiológia Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Groh, T. 1958: Betrachtungen zu viehlosen Wirtschaften. Mittl. d. DLG, 73: 1.
- Kemenesy E. 1956: Talajerőgazdálkodás. Akadémiai Kiadó Budapest.
- Kemenesy E. 1961: Vetésforgó és talajerőgazdálkodás. Növénytermelés, 1: 3–11.
- Kreybig L. 1956: Az agrotechnika tényezői és irányelvei. Akadémiai Kiadó Budapest.
- Lazányi J. 1994: A homokjavító vetésforgókkal végzett kísérletek eredményei. Nyíregyháza.
- Németh Gy., Kurnik E. 1970: A csillagfürt. In szerk. Kurnik: Étkezési és abraktakarmány-hüvelyesek termesztése. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Roemer, Th., Scheffer, F. 1939: Handbuch des Ackerbaues P. Parey Berlin – Hamburg.
- Scheffer, Kolbe 1958: Humuszfragen in Veharmen Betrieben. Mittl. DLG, 13(33): 113–125.
- Schultz-Lupitz 1881: Reinerträge auf leichten Böden etc. Landw. Jahrb. 10.
- Schultz-Lupitz 1895: Der Zwischenfruchtbau auf leichten Böden. Arb.d. DLG Heft7. Berlin.
- Schüller, F. 1961: Zöldtrágyázás Témadokumentáció. Budapest.
- Tisdale, S. L., Nelson, W. L. 1966: A talajtermékenység és a trágyázás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Vetter, H. 1959: Einfluss der Strohdüngung auf Boden und Pflanze. Mittl. DLG. Frankfurt, 74(4): 110–112.
- Westsik V. 1941: Homoki vetésforgók 10 éves üzemi eredményei. A Tiszántúli Mezőgazdasági Kamara kezelése alatt álló Nyíregyházi Homokjavító Kísérleti Gazdaságban. Kiadja: A Tiszántúli Mezőgazdasági Kamara Nyíregyháza, Klafter Könyvnyomdája.
- Westsik V. 1951: Homoki vetésforgókkal végzett kísérletek eredményei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Westsik V. 1960: Az istálló és zöldtrágya tudományos jellegű megvilágításban Magyar Mezőgazdaság, 15(5): 10–11.
- Westsik V. 1965: Vetésforgó kísérletek homoktalajon. Akadémiai Kiadó, Budapest.

Abstract

RE-DISCOVERED POSSIBILITY OF SOIL STRENGTH FARMING; SWEET LUPINE IS IN ADVERSE AGROECOLOGICAL DISTRICTS

FERENC BORBÉLY, ISTVÁN HENZSEL and GABRIELLA TÓTH

University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences, Research
Institutes and Study Farm, Research Institute of Nyíregyháza
H-4400 Nyíregyháza, Westsik V. u. 4-6., Hungary, e-mail: borbelyf@nykk.date.hu,
henzsel@nykk.date.hu, toga@nykk.date.hu

The efficiency of crop production and the tendency of yield are basically determined by the soil fertility, which is decreasing during the production. Organic and mineral matters, used by plants, must be reinstated in order to maintain the soil fertility. The easiest method of the soil conservation is the organic and chemical fertilization, but it is not only one, because the soil fertility is significantly influenced by the cultivated plants and their successive order. The conscious selection of different species and their orders could be more effective than fertilizer. Effect of lupine cultivation (for multi-purposes) on soil nutrient-supplying capacity can be observed in the average yields of potato and rye of Westsik's Crop Rotation experiment based on the average of 78 years. According to our results, the lupines have important role in the soil conservation of acid, weak fertility soils.

Biológiai Talajjavítás Lehetősége Fehérvirágú Csillagfürttel Gyenge Termékenységű, Savanyú Barna Erdőtalamajokon

BORBÉLY FERENC, TÓTH GABRIELLA és HENZSEL ISTVÁN

DE-AGTC KIT Nyíregyházi Kutató Intézet

4400 Nyíregyháza, Westsik V. u. 4-6., e-mail: borbelyf@nykk.date.hu, toga@nykk.date.hu, henzsel@nykk.date.hu

Összefoglalás

Szántóföldi művelésbe vont talajainkat egyre több irányú és egyre növekvő mértékű kedvezőtlen környezeti terhelések érik, amelyeket – a hazai igencsak egysikúvá vált növénytermesztési vetésszerkezet következtében – talajaink nemhogy korrigálni, de hovatovább már tompítani is alig képesek. A legnagyobb kárt okozó folyamat a fokozódó talajtömörödés, mely mind növénytermesztési (hozamcsökkenés), mind környezetvédelmi (erózió, defláció, talajvízszennyezés) szempontból egyaránt káros. A tömörödött talaj nem képes betölteni funkcióját; gátolt a gyökerek növekedése, akadozik a növények tápanyaggal, vízzel, oxigénnel történő ellátása. Ennek egyenes következménye a gyengülő talajtermékenység, illetve az egyre csökkenő termésátlagok. A tömörödöttség megszüntetésének egyik lehetősége a talajlazítók/altalajlazítók rendszeres használata, ami viszont a legtöbb energiát igénylő, jelentős többlettráfordítással járó talajművellet. A talajlazítás másik lehetősége a vetésszerkezet bővítése olyan növények termesztésbe történő iktatásával és rendszeres vetésével, amelyek javítják a talaj szerkezetét, ugyanakkor talajerő-visszapótlás tekintetében is kiváló tulajdonságokkal rendelkeznek. Ilyen növények a pillangósvirágú takarmánynövények. A gyenge termékenységű, savanyú barna erdőtalajokon az egyik legperspektivikusabb szántóföldi kultúra lehet a mélyen gyökerező, a legtöbb nitrogént gyűjtő, termesztéséhez kimondottan a savanyú kémhatású talajokat igénylő, magas fehérjetartalmú fehérvirágú édes csillagfürt. A különböző szántóföldi (búza, kukorica, burgonya, lucerna, csillagfürt stb.) kultúrákban mért „behatolási talajellenállás érték” a mérések többségében legkedvezőbb a csillagfürtvetésekben volt. A fehérvirágú édes csillagfürt (*Lupinus albus* L.) talajlazító hatása esetenként még a harmadik évben is kimutatható.

Kulcsszavak: talajtömörödöttség, talajlazítás, talajtermékenység, környezetvédelem

Bevezetés

A szántóföldi művelésbe vont talajainkat egyre növekvő, s mind többirányú kedvezőtlen környezeti terhelések érik, amelyeket – gazdaságossági megfontolások, de egyéb tényezők, mint pl. a hazai, igencsak egysikúvá vált növénytermesztési vetésszerkezet, a szerves trágyázás hiánya stb. halmozott hatásának következtében – talajaink nemhogy semlegesíteni, de hovatovább már tompítani is alig képesek, degradálódnak.

A talajok fizikai-kémiai degradációja világjelenség, melyben a legnagyobb károkat a fizikai degradáció okozza. A fizikai degradáción belül – mutat rá Várallyay (1999) – az egyik legnehezebben kivédhető folyamat a talajtömörödés.

A világon 83,3 millió, Európában 36,4 millió hektáron mutatható ki a fizikai leromlás valamelyik formája (Oldeman et al., 1990). Magyarország mezőgazdaságilag hasznosítható területéből mintegy 1,2 millió hektár kedvezőtlen altalaj adottságú, illetve tömörödött, melyből 900 ezer ha enyhén, 288 ezer ha közepesen, 12 ezer ha erősen tömörödött (Birkás, 1997).

A szántóföldi művelésbe vont talajok tömörödése részben természetes folyamat (ülepedés, időjárási tényezők), többnyire azonban emberi beavatkozás, vagyis a növénytermeléssel kapcsolatos tevékenység következménye. Ma már az agrotechnikai műveletek zömmel gépi erőre alapozottak. A

nagytömegű erő-, és munkagépek kerekeinek tömörítő hatása – tekintettel az évi több menetszámba – összegződve igen jelentős. A talaj fizikai állapotára nehezen helyrehozható kedvezőtlen szerkezeti változást okoz a több éven keresztül azonos mélységben végzett talajművelés hatására kialakuló tömör réteg, az úgynevezett tárcsa-, illetve eketalp. A tömörödési folyamatot nagymértékben befolyásolja a munkaműveletek végzésének időpontja. Józsa et al. (2000) szerint az optimálisnál nedvesebb talajállapotban végzett munka „rendkívül drága, terméscsökkentő és szerkezetkárosító hatása hosszú ideig megfigyelhető, érezhető.”

A talajok fizikai degradálódását segíti elő az egyoldalú talajhasználat, a szerves trágyázás, valamint a talajjavító pillangósok vetésterületének jelentős csökkenése, esetenként teljes hiánya.

A nagymértékű tömörödöttség mind növénytermesztési, mind környezetvédelmi szempontból egyaránt káros. A talajszelvény különböző rétegeiben kialakuló tömörödött talajréteg vízáteresztő képessége jelentősen lecsökken, a felette elhelyezkedő réteg általában csak kevés vizet tud tárolni, így a növények vízigényét csak rövid ideig tudja biztosítani (Várallyay, 2005).

A tömörödött talajba a csapadék nehezen szivárog be, egy része elpárolog, vagy belvízként károsít, vagy lejtős területen jelentős része elfolyik. Felerősödik az erózió.

A talajok víz-, levegő- és hőforgalmában zavar keletkezik (Stefanovits, 1998). A bekövetkező változások hatására megváltozik a mikrobiológiai tevékenység; felerősödik a humuszbontó folyamat, csökken a tápanyagok feltáródása, romlik a talajok vízháztartása stb. (Szabó, 1986). Az erősen tömörödött talajban akadózik a növények tápanyaggal, vízzel, oxigénnel való ellátása, ami természetszerűen kihat a növények növekedésére, fejlődésére és nem utolsósorban a termés mennyiségére, minőségére. A tömörödött talaj nem képes maradéktalanul betölteni funkcióját, csökken termékenysége, következésképpen a termelés eredményessége.

Irodalmi adatok szerint a termesztett növények érzékenysége a talaj tömörödöttségével szemben eltérő; különösen érzékeny a cukorrépa, szója, kukorica, kevésbé a gabonafélék (Phillips et al., 1962; Lipeć et al., 1994). Általában a legtöbb növény termesztéséhez kedvezőtlen az a talaj, amelynek térfogattömege $1,50 \text{ g cm}^{-3}$ -nél nagyobb, illetve $3,0 \text{ MPa/m}^2$ meghaladó talajellenállás értékű (Ouwerkerk és Soane, 1994 cit Birkás et al., 1998).

A káros tömörség megszüntetésének egyik módszere a talajlazítók/altalajlazítók rendszeres használata, amely azonban energia igényes és jelentős többletráfordítást igényel. Birkás (1994) szerint a rendszeres talajlazítás nem luxus, hanem a kedvező fizikai-biológiai állapot kialakításának és fenntartásának fontos módszere.

A talaj fizikai állapotának felmérésére végzett hazai és külföldi vizsgálatok elsődlegesen a „táposási károk” feltárására, illetve a különböző talajművelési rendszereknek – direktvetés, szántás, tárcsázás stb. – összehasonlítására irányultak (Bene, 2000; Birkás et al., 1996; Kirby et al., 1997; Meek et al., 1992; Rátonyi, 1999).

Kevés adat található azonban arra vonatkozóan, hogy az egyes szántóföldi növények milyen hatást gyakorolnak a talaj fizikai állapotára. Kocsis (1996) homoktalajon, különböző trágyázási rendszerekben – parlag, szalmatrágyás, zöldtrágyás – végzett mérései szerint a penetrációs profil lefutása és csúcserő az ugar, a rozs és a csillagfűt „kezelésekben” közel azonos. A különbség annyi, hogy a talajellenállás erőteljesebb növekedése a parlagoltatásos vetésforgóban 30–40 cm, a szalmatrágyázásban 20–30 cm, a csillagfűt zöldtrágyázásban forgóban pedig már 10–20 cm-es talajszelvényben kezdődik.

Jelen kutatás célja volt a címben megjelölt talajtípuson egzaktszerű módszerekkel megvizsgálni, hogy a különböző szántóföldi növények milyen hatást gyakorolnak a talajok tömörödöttségére/lazultságára különböző talajmélységekben. Továbbá megállapítani annak lehetőségét, hogy a fehérvirágú édes csillagfűt vetésszerkezetbe iktatásával javíthatók-e, és ha igen, milyen mértékben a talajok fizikai- és vízgazdálkodási tulajdonságai.

Egyes részeredményekről már beszámoltunk (Borbély et al., 1999; 2000; 2001; 2002; Henzsel, 2002; Henzsel és Csáki, 2002a; 2000b). A következőkben a különböző mérési helyek egyéves eredményei mellett a csillagfűt utóhatásának megállapítására irányuló vizsgálatok eredményeit is ismertetjük.

Anyag és módszer

A fehérvirágú édes csillagfürtnek, valamint egyéb termesztett növényeknek a talaj tömörödésére gyakorolt hatásának összehasonlító vizsgálatát 1999–2002 évek között, 4 helyszínen, savanyú barna erdőtalajon végeztük. A mérési helyek kiválasztásánál fő szempont volt, az eltérő talajtípusok vizsgálata mellett, hogy a magtermesztés céljára vetett csillagfürt közvetlen közelében – lehetőleg azonos táblában, vagy térben igen közel – minél több, de legalább egy, más szántóföldi kultúra legyen.

A tartamkísérlettel célunk nem egy tábla állapotának általános felmérése, hanem ezen belül egy kisebb, állandó mintatér változásainak regisztrálása volt. Ennek megfelelően a vizsgálat első időpontjában egy állandó (kb. 50x30 m-es) mintateret tűztünk ki, ahol a vegetációs időszakban több alkalommal, illetve a következő években a méréseket megismételtük.

A méréseket a „BOK 73” statikus penetrométerrel végeztük, mely tulajdonképpen a „Szarvasi” elektronikus nyomószondának egy általunk továbbfejlesztett változata. A műszer alkalmas 0–73 cm mélységig történő talajellenállás (MPa), talajnedvesség (tömeg %) és hőmérséklet (°C) együttes, centiméterenkénti mérésére és az értékek tárolására. Az újonnan beépített optikai „útjeladó” mérőrendszer biztosítja a szonda centiméterenkénti mélységének mindenkor, a mérés sebességétől független pontos regisztrációját. A műszert a mérendő talajtípushoz, – homok, vagy vályog – egy kapcsoló segítségével kell beállítani. Memóriaegysége 300 mérés adatainak tárolását teszi lehetővé. A készülékhez kifejlesztett szoftver segítségével az adatok számítógépbe átvihetők és számítógépes statisztikai programokkal értékelhetők.

A mérési adatok statisztikai megbízhatóságához szükséges ismétlés számot a biometriában használatos képlettel (Sváb, 1981), 100-100 mérési adat alapján határoztuk meg. Az eredmények szerint a $P=5\%$ -os valószínűségi szinthez, és 15% -os becslési hiba eléréséhez, 5 cm-es átlagokkal számítva – a felső 10–20 cm-es rétegtől eltekintve – az ismétlésszám homokon 4–6, kötött talajon 3–4, 10% -os becslési hiba eléréséhez mindkét talajtípuson 10–12 mérés elegendő (Borbély et al., 2000; 2004).

A méréseket Sajóvamos, Szécsény, Érsekvadkert és Borsosberény települések határában lévő üzemi táblákon a fehérvirágú édes csillagfürtvetésekben, valamint az azonos táblában, vagy közvetlen határos területeken található különböző növényfajok vetéseiben végeztünk. A csillagfürt talajtömörödésre gyakorolt utóhatásának megállapítására a következő években, a kijelölt mintatereken a méréseket megismételtük.

A különböző növénykultúrákban kijelölt mintatereken esetenként 12 mérést végeztünk. Az adatok statisztikai értékelése egytényezős varianciaanalízissel, illetve szóráselemzéssel történt (Sváb, 1981).

Eredmények és megvitatás

A mérési helyek talajainak legfontosabb jellemzői

A mérési helyek talajadottságaira vonatkozó főbb adatokat összefoglalóan az **1. táblázatban** közöljük. Az adatokból kitűnik, hogy a vizsgált területek savanyú kémhatásúak, humuszban gyengén, vagy közepesen ellátottak és eltérő fizikai talajtípusokat képviselnek. A savanyú barna erdőtalajok viszonylag széles skáláját ölelik fel; a jobb minőségű vályogos homoktól, a homokos vályog és vályogon keresztül az agyagos vályogig terjed.

Különböző szántóföldi növények hatása a 0–70 cm-ig terjedő szelvény szint fizikai tulajdonságainak változására

A különböző helyeken és szántóföldi kultúrákban mért, 0–70 cm-es mélységig terjedő szelvény szintek talajellenállás és nedvességtartalom értékeit grafikonokon mutatjuk be. Annak ellenére, hogy a talajellenállás értéke nagymértékben függ a talaj nedvességtartalmától, jelen

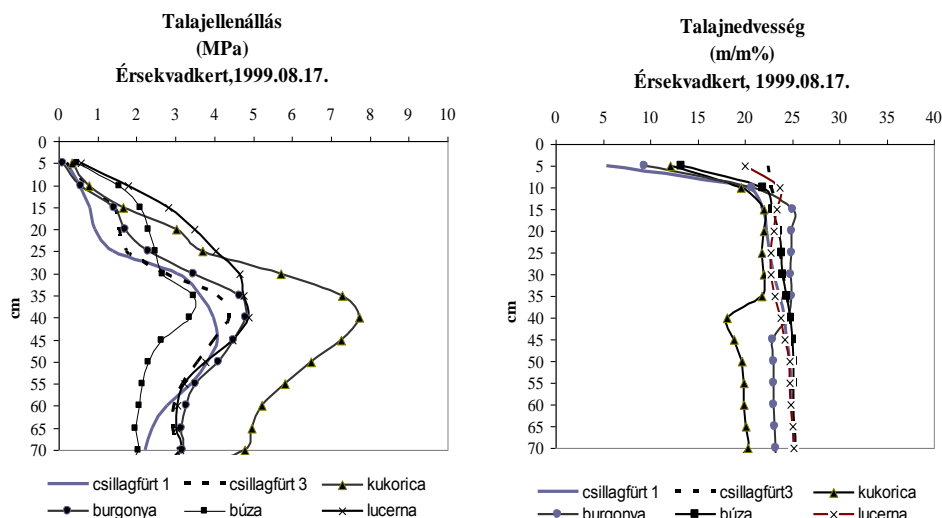
dolgozatban ezen összefüggésekkel részletesebben nem foglalkozunk. Elméleti megfontolások alapján ugyanis e tényezőt a kutatási téma szempontjából figyelmen kívül hagyhatónak ítéltük meg; mert egyrészt csak az azonos időpontban és közvetlen egymás melletti területen mért értékeket hasonlítjuk össze, másrészt, mivel a talaj nedvességtartalmának alakulása alapvetően a termesztett növényfaj biológiai sajátosságaitól függ, ezért a talajtömörödöttség alakulásának egyik fontos tényezője, és így az adott kultúra talajra gyakorolt hatására jellemző és meghatározó. Az értékelésből – véleményünk szerint –, külön tényezőként nem vonható ki, nem vizsgálható, de tekintettel arra, hogy értékes információs értékkel bír, ezért a mérések időpontjaiban kapott nedvességprofil, a penetrogramm mellett minden esetben közöljük.

Az érsekvadkerti méréshelyen közvetlen egymás mellett egy táblában csillagfürt (1), kukorica, burgonya, őszi búza (tarló), lucerna (3 éves), és csillagfürt (3) összehasonlító vizsgálatára nyílt lehetőség. Az 1-es számú csillagfürt előveteménye 1998-ban csillagfürt volt, a 3-as számú csillagfürté tritikálé.

Hely/szegmens	Talajszint (cm)			
	0–20	20–40	40–60	60–80
Sajóvámos				
Kötöttség (K_A)	44	48	54	56
pH (H_2O)	6,17	6,42	6,66	6,78
pH (KCL)	5,12	5,31	5,35	5,36
Leiszapolható rész %	67,20	67,2	68,20	66,50
Humusz %	2,14	1,48	0,99	0,68
Szécsény				
Kötöttség (K_A)	38	40	48	52
pH (H_2O)	5,15	5,25	6,23	6,61
pH (KCL)	4,36	4,34	4,94	5,29
Leiszapolható rész %	48,40	48,80	58,30	58,60
Humusz %	1,52	1,47	0,91	0,64
Érsekvadkert				
Kötöttség (K_A)	30	30	30	32
pH (H_2O)	5,77	5,70	6,24	6,70
pH (KCL)	5,10	4,94	5,26	5,62
Leiszapolható rész %	15,3	15,70	23,70	24,70
Humusz %	1,22	1,16	0,57	0,29
Borsosberény				
Kötöttség (K_A)	40	40	50	48
pH (H_2O)	5,58	5,77	6,35	6,64
pH (KCL)	4,50	4,49	4,87	5,05
Leiszapolható rész %	53,4	48,00	57,80	56,90
Humusz %	1,15	1,16	0,39	0,35

1. táblázat A mérési helyek talajainak legfontosabb jellemzői

Table 1. Characteristics of soil of different locations



1. ábra A talajellenállás és talajnedvesség alakulása a különböző szántóföldi növénykultúrákban
Figure 1. The effect of different plants on condensation and moisture of soil

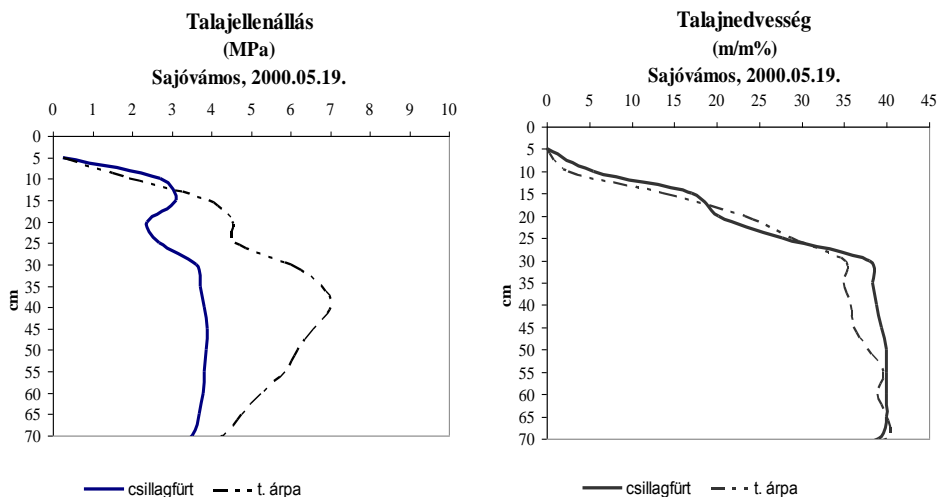
A talajellenállás és nedvességtartalom mélységi lefutásait az **1. ábra** szemlélteti. A talajellenállás a mélységgel nő, legnagyobb ellenállást a 35–40 cm-es talajszelvényben mértünk, ami egyértelműen a művelt réteg alatt, a 25–40 cm-közötti talajszelvényben kialakult, lényegesen tömörebb, úgynevezett eketalp, illetve tárcsatalp rétegre hívja fel a figyelmet

A penetrációs ellenállási görbe növényfajonként eltérő, az 5–10 cm-es rétegben a búza és a lucerna talaja a legtömörebb, szignifikánsan a különbözik a vizsgált többi növényfajtól. A 20–25 cm-es talajrétegben a lucernában legnagyobb a talajellenállás, melyet csökkenő sorrendben a kukorica, búza, burgonya, majd a 3. sz. és az 1. sz. csillagfűrt követ. Az 1. sz. csillagfűrt talajellenállása szignifikánsan a legkisebb, a 3. sz. csillagfűrtnél szintén alacsony, de szignifikánsan csak a kukoricától különbözik. A 40–45 cm alatti talajszelvényekben az ellenállás értékek fokozatosan csökkennek, a növények közötti különbségek a kukorica kivételével elmosódnak. Szembetűnő az őszi búza tarlójában tapasztalható alacsony érték, ami a csillagfűrthöz viszonyítva jelentős, de nem szignifikáns.

A két csillagfűrt talajellenállás-profil összehasonlítva, bár lényeges különbség nincs közöttük, az 1. sz. csillagfűrt utóhatása – melynek előveteménye csillagfűrt volt –, némiképp kedvezőbbnek ítéltető meg.

Ami a talajnedvesség alakulását illeti, a különböző növényfajok között a mérés időpontjában számottevő eltérés nem mutatkozott.

A sajátvárosi területen a fehérvirágú édes csillagfűrt mellett kontrollként tavaszi árpa volt. A két növény között a penetrációs ellenállási görbe igen nagy különbséget mutat (**2. ábra**). A talajellenállás a 0–15 cm-ig terjedő szelvénytartományban a mélységgel növekvő, de a két növény talajának tömörsége közel azonos. A 15–20 cm-es talaj szelvényben a görbék szétválnak, a penetráció ellenállási érték a csillagfűrtnél csökkenő (3,12-ről 2,39-re MPa), a tavaszi árpánál ugyanezen értékek 3,93 és 4,52 MPa, vagyis növekvő tendenciát követ. A 20–30 cm-es szelvényben, csillagfűrtben a talajellenállás mérsékelt növekedésével (3,63 MPa) szemben, a tavaszi árpában a növekedés erőteljes (5,99 MPa) és tovább folytatódik. A 40 cm-es rétegben éri el a maximumot 7,01, ami a csillagfűrtnél 3,91 MPa, a 45 cm-es szelvényben.

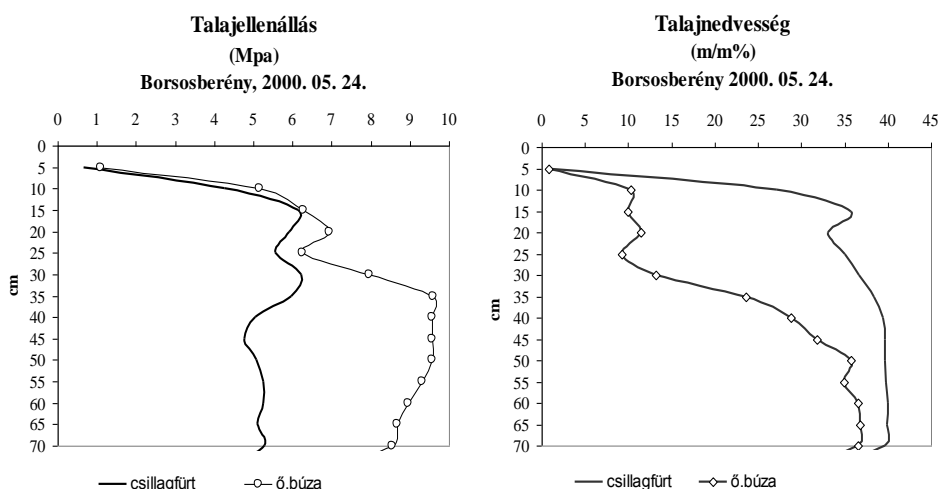


2. ábra A talajellenállás és nedvesség alakulása a fehérvirágú édes csillagfűt (*Lupinus. albus* L.) és a tavaszi árpa (*Hordeum vulgare* L.) hatására

Figure 2. The effect of lupine and barley on condensation and moisture of soil

A talaj nedvességtartalmának alakulását a növények – a mérések szerint – lényegében nem befolyásolták, a két növény nedvességprofilja azonosnak tekinthető. A talajellenállás és nedvesség profilok ilyen lefutása, azaz a mélységgel fokozódó ellenállás és növekvő nedvesség arra utal, hogy a talajellenállást esetenként a nedvességtartalom kevésbé befolyásolja

A **3. ábra** a Borsosberényben végzett mérési eredményeket mutatja, ahol a csillagfűt mellett kontrollnövény az őszi búza. A vizsgált két növényt egy 1,5 m-es mezsgye választotta el. A görbék mélységi lefutását összehasonlítva jól látható, hogy a 30 cm-es talajszelvénytől kezdődően szignifikánsan különböznek. Az őszi búza talaja lényegesen tömörebb.



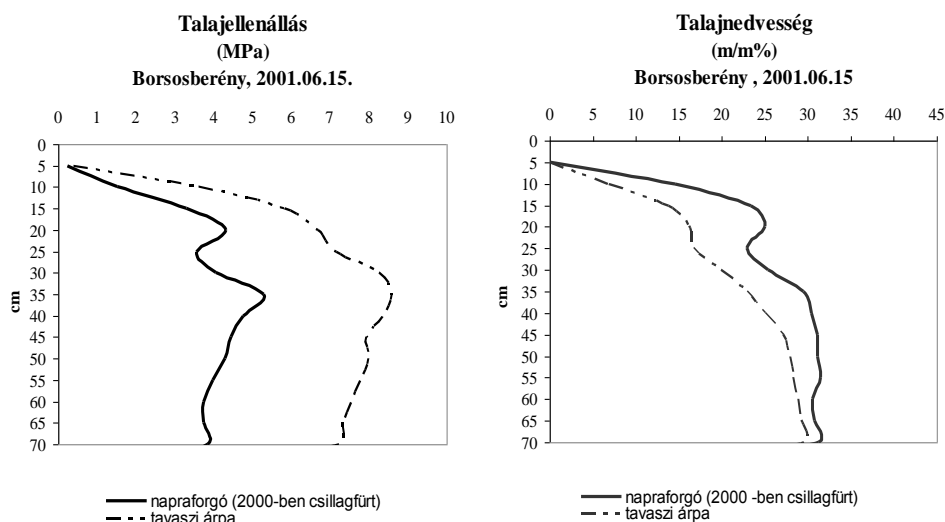
3. ábra A talajellenállás és nedvesség alakulása a fehérvirágú édes csillagfűt (*Lupinus albus* L.) és az őszi búza (*Triticum vulgare* L.) hatására

Figure 3. The effect of lupine and winter wheat on condensation and moisture of soil

A fehérvirágú édes csillagfűrt elővetemény hatása a 0–70 cm-ig terjedő szelvény szint fizikai tulajdonságainak alakulására

Annak megállapítására, hogy a fehérvirágú csillagfűrtnek a vetés évében tapasztalt, a talaj fizikai állapotára gyakorolt kedvező hatása mennyire tartós, a következő években a kijelölt mintatereken ismételt méréseket végeztünk. A **4. ábra** a csillagfűrt első évi utóhatását mutatja Borsosberényben. A két növény talajellenállás profilja a teljes talajszelvényben szignifikánsan különbözik. A csillagfűrt előveteményű napraforgó talaja lényegesen lazább, mint a tavaszi árpáé, amelynek előveteménye őszi búza volt.

2002-ben a méréseket megismételtük, a mintaterек talajellenállás profiljai között kimutatható eltérés nem volt.



4. ábra A fehérvirágú édes csillagfűrt (*L. albus* L.) 1. évi utóhatása a talajellenállás és talajnedvesség alakulására

Figure 4. First- year post-effect of white sweet lupine (*L. albus* L.) on condensation and soil moisture

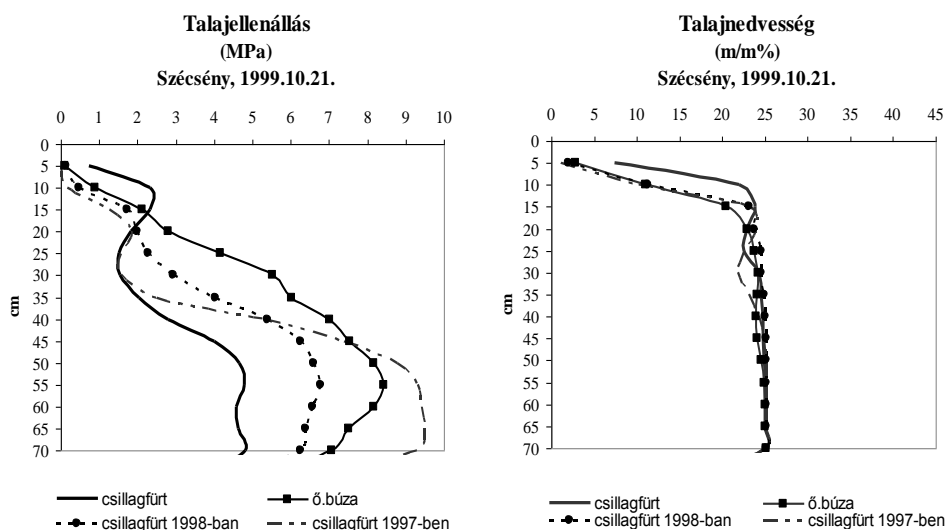
Az **5. ábra** Szécsényben végzett méréseink eredményeit szemlélteti. Az őszi búza mellé csillagfűrtöt vetettek. Közvetlenül a csillagfűrt mellett első éves, és vele szemben a földút másik oldalán másodéves ribizli ültetvény volt, mindkettő előveteménye fehérvirágú édes csillagfűrt.

Szécsényben tehát az a szerencsés helyzet adódott, hogy ugyanazon évben és helyen, egy időben mérhettük a csillagfűrt talajellenállásra gyakorolt hatását a termesztés évében, és az azt követő években (első és második évi utóhatás).

A talajellenállási görbék mélységi lefutásait tekintve a „kezelések” nagymértékű hasonlóságot mutatnak, de abszolút értékekben jelentős eltéréssel. A felső 10 cm-es talajszelvénytől eltekintve, a két szélsőséget a fehérvirágú édes csillagfűrt, illetve az őszi búza tarló képviseli. A talajellenállás a 0–10 cm-es rétegben szignifikánsan nagyobb a csillagfűrtben, mint a búzában, a 25 cm-es szelvényben megfordul a viszony. A csillagfűrt 1,52 értékével szemben, a búzában mért érték lényegesen magasabb 4,15 MPa. Legnagyobb talajellenállás értéket mindkét növény esetében az 55 cm-es talajszelvényben mértünk: 4,80, illetve 8,42 MPa.

A talajellenállásprofilok mélységi lefutása jól szemlélteti a csillagfűrt első, illetve második évi utóhatását, amelyek tulajdonképpen a tárgyévi csillagfűrt és őszi búza értékei között helyezkednek el. A felső 10 cm-es rétegben a talajellenállás értékei a búza és az „utóhatások” esetében szignifikánsan alacsonyabbak a csillagfűrtnél mért értékeknél, a 25–70 cm-es

talajszelvényben viszont szignifikánsan magasabbak. Ugyanakkor az őszi búzához viszonyítva az egyes talajszelvényekben kapott értékeket, az „utóhatás” nagyságrendekkel alacsonyabb. A különbség a 20–35 cm, valamint az 50–60 cm közötti talajszelvényekben szignifikáns.



5. ábra A fehérvirágú édes csillagfűt (*L. albus* L.) 1. és 2. évi utóhatása a talajellenállás és talajnedvesség alakulására

Figure 5. First-and Second year post-effect of white sweet lupine (*L. albus* L.) on condensation and moisture of soil

Az első és második évi utóhatás közötti eltérést vizsgálva megfigyelhető, hogy a talajellenállásprofil jelentősen különbözik. A felső 30 cm-es talajrétegben a talajellenállás értékei a második évi utóhatás esetében kisebbek, de nem szignifikánsak, a 36–40 cm-es rétegben a talajellenállás hirtelen megnő, 2,50-ről 5,37MPa-ra, majd a 45–70 cm-es talajszelvényben tovább fokozódik, a különbség szignifikáns. Az őszi búzához viszonyítva a csillagfűt talaj fizikai állapotára gyakorolt kedvező hatása – a 60–70 cm-es talajszelvény kivételével –, még a második évben is szignifikáns.

A talajnedvesség tekintetében, mint azt a nedvességprofilok mutatják, mérhető különbség a mintateretek között nem volt.

Következtetések

A három, illetve négyéves mérésorozat eredményei alapján összefoglalóan az alábbi következtetések vonhatók le:

- a talajok tömörödöttsége a mért talajszelvénytípusban – még azokon a viszonylag kis mintatereteken belül is, ahol a méréseinket végeztük – nagyfokú heterogenitást mutat;
- a tenyészidőszak első és második felében mért talajellenállás értékek között az első javára általában nagyságrendi különbség van;
- a mérések többségében a penetrációs talajellenállás érték lényegesen meghaladta azt a határértéket, amely már a legtöbb szántóföldi kultúránál kedvezőtlenül befolyásolja a növények növekedését, fejlődését;
- a vizsgált növényfajok közül a legtöbb esetben a csillagfűt állományban volt a legkisebb a talajellenállás érték a 0–70 cm-es talajszelvényben, mely a gyökerek talajlazító hatását mutatja;

- a fehérvirágú édes csillagfürtnek a talaj fizikai állapotára gyakorolt kedvező hatása esetenként a második, tendenciájában a harmadik évben is megmutatkozott.

Az eredmények arra engednek következtetni, hogy a kötöttebb, savanyú barna erdőtalajú agroökológiai körzetekben a fehérvirágú édes csillagfürt rendszeres termesztése a talajok fizikai degradációs folyamatának bizonyos mértékű lassítását tenné lehetővé. De feltétlen hangsúlyozni kell, hogy ez a biológiai talajjavítás semmi esetre sem pótolhatja a gépi talajlazítást, csupán csak kiegészítheti azt, fokozva hatékonyságát.

Köszönetnyilvánítás

Vizsgálatainkat a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium Földügyi és Térképészeti Főosztálya (30.526/98) támogatásával végeztük.

Irodalom

- Bene L. 2000: A talajművelés, és talajtömörödés összefüggései a művelőutas cukorrépában. Cukorrépa, 18(1): 19–23.
- Birkás M. 1994: A talajlazítás fontosságáról. Agroforum, 5(8): 18–20.
- Birkás M. 1997: A talajhasználat és talajművelés EU-konform fejlesztésének területei, rövid és hosszú távú teendői. In: Kerekes S., Kiss S. (szerk.): Magyarország az ezredfordulón. MTA stratégiai kutatások, Budapest.
- Birkás M., Percze A., Gyurica Cs., Szalai T. 1998: Ősz búza direktvetései kísérletek eredményei barna erdőtalajon. Növénytermelés, 47(2): 181–198.
- Borbély F., Csáki I., Henzsel I. 1999: A talaj fizikai állapotának penetrométeres vizsgálata különböző szántóföldi kultúrákban savanyú barna erdőtalajon. MTA Sz-Sz-B Megyei Tud. Test. Tudományos ülés előadás összefoglalói, Nyíregyháza, 1999. szept. 25.
- Borbély F., Csáki I., Henzsel I. 2000: A fehérvirágú csillagfürt hatása a talaj fizikai állapotára (Penetrométeres vizsgálatok savanyú barna erdőtalajon). MTA Sz-Sz-B Megyei Tud. Test. Tudományos ülés előadás összefoglalói, Nyíregyháza, 2000. szept. 30.
- Borbély F., Csáki I., Henzsel I. 2000: A talajtömörödöttség vizsgálata különböző kultúrákban. (Kézirat). A Magyar Tudomány Napján elhangzott előadás.
- Borbély F., Henzsel I., Csáki I. 2000: Homoktalajon végzett penetrométeres vizsgálatok megbízhatóságának statisztikai elemzése. (Kézirat). A Magyar Tudomány Napján elhangzott előadás.
- Borbély F., Csáki I., Henzsel I. 2002: Behatolási talajellenállás összehasonlító vizsgálata különböző szántóföldi kultúrákban. Wellmann Oszkár Tudományos Tanácskozás Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Főiskolai Kar Hódmezővásárhely 2002. április 27. (Poszter összefoglalók)
- Borbély F., Kocsis I., Orosz T., Tóth G., Henzsel I., Csáki I. 2004: "BOK 73" penetrométerrel végzett vizsgálatok statisztikai elemzése. Natural Resources and Sustainable Development International Conference Oradea-Debrecen, április 23–24.
- Henzsel I., Csáki I. 2002a: A talajellenállás vizsgálata különböző tápanyag-gazdálkodási rendszerekben. Tartamkísérletek, Tártermesztés, Vidékfejlesztés, Nemzetközi Konferencia. Debrecen, Nyírlugos, Nyíregyháza, Livada, 2002. június 6–8. p. 376–382.
- Henzsel I., Csáki I. 2002b: A takarmánynövények hatása a talaj fizikai állapotára a Westsik vetésforgó kísérletekben. Wellmann Oszkár Tudományos Tanácskozás. Hódmezővásárhely, 2002. április 27. p. 67.
- Henzsel I. 2002: Penetrométeres vizsgálatok a Westsik vetésforgó kísérletben. In: Nagy J. (szerk.): EU konform mezőgazdaság és élelmiszerbiztonság. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Debrecen. p. 140–145.
- Józsa A., Forgács L., Tuba, G. 2000: A talajlazítás szükségessége a kötött és középkötött réti talajok művelése során. (Kézirat)

- Kocsis I. 1996: Talajvédelmi és agrotechnikai eljárások vízgazdálkodási hatékonyságának tanulmányozása homoktalajon. Zárójelentés az MKM által támogatott kutatásról. (Kézirat)
- Lipeć, J., Simota, C. 1994: Role of soil and climate in influencing crop responses to soil compaction in Central and Eastern Europe. In: Soane, S. D., Ouwerkerk, C. van (ed.): Soil compaction in crop production. Elsevier Science, Amsterdam. p. 365–385.
- Oldeman, L. R., Hakeling, R. T. A., Sombroek, W. G. 1990: World Map of the status of human – introduced soil degradation (GLASOD) ISRIC/UNEP Wageningen 27.
- Ouwerkerk, C. van, Soane, B. D. 1994: Soil compaction problems in world agriculture. In: Soane, B. D., Ouwerkerk, C. van (ed.): Soil compaction in crop production. Elsevier Science, B. V. Amsterdam. p. 1–21.
- Philips, R. E., Kirkham, D. 1962: Soil compaction in the field and corn growth. *Agronomy J.*, 54: 29–34.
- Rátonyi T. 1999: A talaj fizikai állapotának penetrométeres vizsgálata talajművelési tartamkísérletekben. PhD értekezés.
- Stefanovits P. 1998: Talajtan. 3. kiadás Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Szabó I. M. 1986: A mikroorganizmusok aktivitásának szabályozása. In: Az általános talajtan biológiai alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 325–335.
- Várallyay Gy. 1999: A talajfizika és a talaj vízgazdálkodásának kérdései a kongresszuson. *Agrokémia és talajtan*, 48(1–2): 267–270.

Abstract

POSSIBILITY OF BIOLOGICAL IMPROVEMENT OF SOIL WITH WHITE LUPINE ON ACID BROWN FOREST SOIL

FERENC BORBÉLY, GABRIELLA TÓTH and ISTVÁN HENZSEL

University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences, Research Institutes and Study Farm, Research Institute of Nyíregyháza
H-4400 Nyíregyháza, Westsik V. u.4-6, Hungary, e-mail: borbelyf@nykk.date.hu,
toga@nykk.date.hu, henzsel@nykk.date.hu

The physico-chemical degradation of soil is a world phenomenon. One of the processes of physical degradation – that is most difficult to avoid – is the condensation of soil. The strongly compacted soil is harmful to both plant cultivation and environment protection aspect. The compacted soil is not able to fulfil its function as the roots cannot grow properly, the supply of plants with fertilizers, water and oxygen is insufficient. As a result the average yield is worse and worse, and the fertility of soil is getting weaker. The mechanical loosening of soil is one of the most expensive operations and at the same time it should be done regularly. Even if the mechanical loosening of the soil cannot be avoided, the time between two operations can be extended by changing the sowing system, mainly by using the *Papilionaceae*. In some cases the soil loosening effect of white lupine (*Lupinus albus* L.) can be proved even in the third year.

VÖRÖSAGYAGOS RENDZINA LEJTŐHORDALÉKÁNAK GEOKÉMIAI JELLEMZÉSE

CZIRBUS NÓRA, NYILAS TÜNDE és HETÉNYI MAGDOLNA

Szegedi Tudományegyetem, Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék
6722 Szeged, Egyetem u. 2-6., e-mail: czirbus.nora@geo.u-szeged.hu

Összefoglalás

Mivel a talaj szervesetlen és szerves alkotórészei egyaránt fontos szerepet játszanak a talajképződési és a különböző környezeti folyamatokban, valamint a globális szén ciklusban, napjainkban a geokémia is egyre nagyobb figyelmet fordít a talajalkotók megismerésére. Jelen munka egy nagyobb projekt keretein belül készült, amelyben Magyarország főbb talajtípusainak geokémiai jellemzését vállaltuk. Munkánk célja az Aggteleki Karsztról származó vörösayagos rendzina lejtőhordalék-talaj szervesetlen- és szerves-geokémiai jellemzése, az elemeloszlás és az ásványos összetétel vizsgálata a talajprofilban, az éghajlati tényezők hatásának vizsgálata a mállási folyamatokra és a szerves anyag jellemzése Rock-Eval pirolízissel. A talajtani vizsgálatok eredményei alapján, a foszfát- és szulfáttartalom a szerves anyag bomlásából származik. A nitrát felhalmozódása az A-szintben szintén annak tulajdonítható, hogy a forrása, a felszíni növényzet levéanyaga, az avarszintből folyamatosan pótlódik és az alsóbb rétegek rossz vízvezető képessége miatt nem tud kimosódni. Az ásványtani vizsgálatok azt mutatják, hogy a magnézium nemcsak a dolomit, hanem egy magnézium tartalmú szilikát mállástermékeként maradt vissza. Valószínűleg ezen prekursor vas-magnézium szilikátból származik a jelen lévő hematit vastartalma is. A titán rendezettségét befolyásolja a vas ásványok jelenléte, mert a vassal kicserélődve ilmenitet alkot. A szerves geokémiai vizsgálatok a növényi anyag transzformációjának korai szakaszát mutatják a felsőbb szintekben, amelyet a hidrogénindex változása és az E4/E6 arány egyaránt jelez. Ezt az eredményt a Rock-Eval pirogram matematikai bontása is alátámasztja. A fő ásványi alkotók aránya jól mutatja, hogy a talajképződés során a melegebb trópusi és a mérsékelt övi klímaviszonyok egyaránt érvényesültek. A szerves geokémiai eredmények alapján már a talajképző anyag is egy hosszú, több szakaszból álló mállási folyamat eredménye. A mállási folyamatok egymástól rendkívül eltérő mikrokörnyezetekben játszódnak le, ami termékként egy „ásványgyűjtemény” rendkívüli sokaságát eredményezi. A geokémiai vizsgálatok komplex értékelésének eredményei arra utalnak, hogy a talajosodás jelei a szelvény felső 40 cm-es rétegében jelentkeznek, és a lejtőn való lehordódás során nem történt komolyabb mértékű áthalmozódás.

Kulcsszavak: talaj szerves anyag, Rock-Eval pirolízis, geokémia, XRD, XRF

Bevezetés

Az utóbbi évtizedben a talajok agrokémiai vizsgálata mellett a talaj geokémiai szempontból történő jellemzése is egyre inkább előtérbe került. A talaj geokémiai vizsgálata a szerves és szervesetlen komponensekre egyaránt kiterjed, információt szolgáltat a talaj képződésére és a benne lévő szerves anyag minőségére és mennyiségére. A szerves és szervesetlen anyagok egymás hatását kölcsönösen módosíthatják. A szerves anyag hatással van a kőzetek mállására és befolyásolja magát a talajképződési folyamatot (Clark és Fritz, 1997). A szerves anyagok, illetve a talajban lévő ásványi anyagok (agyagásványok, oxidok, hidroxidok) adszorpciós sajátosságai (a talaj puffer-képességében játszott szerepe) meghatározzák a szennyező anyagok mobilitását. Egy adott talajban egymás mellett előforduló agyagásványok, vas-oxi-hidroxidok és a szerves anyag elemmegkötő hatása a különböző táp- és szennyező elemek esetében eltérő. Így az utóbbiak mobilitását részben az említett fő adszorbensek mennyiségének aránya, részben a kérdéses ion jellege határozza meg. A környezeti kutatásokban a talajokban lévő heterogén szerves anyag eltérő stabilitású csoportjai

részarányának megismerése is fontos, hiszen a talaj szerves anyaga szén-dioxid elnyelőként és, a szerves anyag oxidációjával, szén-dioxid forrásként is működik, így jelentős szerepet játszik a környezeti folyamatokban és a globális szén ciklusban. Ezeket a folyamatokat a szerves anyagok eltérő stabilitású csoportjai különböző mértékben befolyásolják.

A nagymértékben csökkenő ivóvízkészleteink miatt egyre fontosabbá válik a felszín alatti vízbázisaink védelme. A karsztvidékek kiemelkedő minőségű és mennyiségű, ám környezetérzékeny vízkészletének utánpótlását a felszínről érkező vizek szolgáltatják, így jelentős szerepet kap a talaj adszorpciós képessége az ivóvízbázis védelmében (Beck és Borger, 1999). Továbbá az Aggteleki-karszt területén a magyarországi viszonylatokban nézve egy igen összetett talajképződési folyamattal kialakult (Beck és Borger, 1999; Durn, 2003) és ritka talajtípus található (Viczián, 2002), a vörösayagos rendzina, melynek lejtőhordaléka akár a 10-20 m vastagságot is elérheti (Less et al., 2006). Ez a vastag, agyagásványokban gazdag hordalékréteg a szennyező anyagok mélybe történő lejutását az adszorpciós tulajdonságai által megakadályozhatja, így fontos puffer-közegeként is funkcionálhat.

Anyag és módszer

Egy vörösayagos rendzina lejtőhordalékának geokémiai vizsgálatát végeztük el. A minta az Aggteleki Nemzeti Park északi területén található Vörös-tó mellől (É-i szélesség 48°28'23"; K-i hosszúság 20°32'36") származik. A területre a zártabb erdőállományokat alkotó, hulló makktermesű lombos fák (tölgyek, bükk) jellemzőek (Varga et al., 1998). Évi középhőmérséklete 9,1 °C, évi átlag csapadékmennyiség 620 mm, uralkodó szélirány ÉNy (Ujvárosy, 1998).

Az általunk vizsgált vörösayagos rendzina lejtőhordaléka az Aggtelek-Rudabányai-hegység tipikus fedetlen karszt területéről származik. Erre a területre a viszonylag vékony (20–40 cm), vörösayagot tartalmazó talajtakaró és a felszínre is kibukkanó karbonátos kőzetek jellemzőek (Kaszala et al., 2004; Ujvárosy, 1998; Zámbo, 1998). Ezzel ellentétben a karsztfennsík töbreit akár 5–10 m vastagságban is dominánsan vörösayag toltheti ki (Less et al., 2006). A vizsgált talajmintánk ezen töbrök egyikéből származik, a szelvényünk 120 cm mélységével az alapkőzetet még nem éri el. A vörösayagos rendzina talaj alapkőzete a középső-triász korú Steinalmi Formáció zátonyfaciesű képződményein kialakult Aggteleki Vörösayag Formáció néven különült el (Less et al., 2006). A mintaszelvény egy 5 %-os, keleti kitettségű lejtő közepén helyezkedik el.

A karbonátos kőzet repedéseiben megjelenő vörösföldes-vörösayagos málladéktakaró alkotja a mai vörösayagos rendzina talaj alapkőzetét. A dolomiton áthalmozódás következtében megjelent málladéktakaró melegebb klímaviszonyok között jött létre, allochton eredetű vörösayag (Beck és Borger, 1999; Barta et al., 2009). A felső (O_i szint) barnás-fekete humusztakaró kivételével a szintekben a vörösayag tulajdonságai érvényesülnek (Stefanovits et al., 1999).

A mintavételezés során a feltárt 120 cm-es szelvény – amely ebben a mélységben nem érte el a karbonátos alapkőzetet – főbb talajszintjeiből (O_i-, A-, B- és C-szint) és a teljes mélységintervallumban 10 cm-es sűrűséggel vettünk mintákat. A C-szintet textúrája alapján több szintre tagoltuk.

A talajminták kémiai adatainak meghatározása magyar szabványok alapján történt. A kémhatás potenciometriásan (MSZ-08-0206-2:1978), a humusz- (MSZ 21470-52:1983), a foszfát- (MSZ 448-18:1977), nitrát- (MSZ 448-12:1982) és szulfáttartalom (MSZ 448-13:1984) spektrofotometriásan, az összes karbonáttartalom gravimetriásan (Dean, 1974), a kálium-, nátrium- és magnéziumtartalom (MSZ 20135:1999) láng-atomabszorpciós spektrofotometriával került meghatározásra. A magnézium-, nátrium-, foszfát- és káliumtartalmat Lakanen-Erviö-talajkivonatból (LE), illetve utóbbi kettőt vizes kivonatból is meghatároztuk. A talaj humusztartalmának minőségi meghatározására az E4/E6 arányt alkalmaztuk (Stevenson, 1994).

A talajminta ásványi összetételét röntgendifrakció (XRD) és röntgenfluoreszcens (XRF) mérésekkel állapítottuk meg. A röntgenfluoreszcens méréseket Horiba Jobin-Yvon XGT-5000 készülékkel végeztük el borsavas magas nyomású préselt pasztillákon 5 párhuzamos méréssel (30 kV feszültség, Rh sugárforrás, 100 µm sugárnyaláb, 900 sec időtartam). A röntgen pordiffrakció

vizsgálatok PW-1730 röntgendiffraktométerrel (CuK_α sugárzás, gyorsító feszültség 45 kV, csőáram 35 mA, detektor és divergencia rés 1° , monokromátor grafit) történtek.

A szerves geokémiai alapadatokat Delsi Oil Show Analyzer (DELSI Instruments) típusú műszerrel határoztuk meg. A mérés $180\text{--}600^\circ\text{C}$ hőmérséklet intervallumban, $25^\circ\text{C}/\text{min}$ felfűtési sebesség mellett történt. A minta a pirolízis kezdetén 3 percig 180°C -on, az oxidációs körben 7 percig 600°C -on tartózkodott (Nyilas et al., 2008). A mért Rock-Eval alapadatokról meghatározható a szerves anyag mennyisége, minősége és degradációs állapota, illetve a kapott pirogram matematikai bontásával becsülhető a különböző stabilitású szerves komponensek részaránya (Disnar et al., 2003; Sebag et al., 2006; Hetényi et al., 2005, 2006, 2007; Nyilas et al., 2008).

Eredmények

A vörösgyagos rendzina lejtőhordalék-talaj szelvényének szintjeiben mért talajkémiai adatok értékeit az **1. táblázat** mutatja. A vizes pH értéke a kálium-kloridos pH-értékkel összhangban az O_i -szinttől a B-szintig jelentős csökkenést mutat, a C-szintben a mélységgel kismértékű növekedés figyelhető meg. A humusztartalom az O_i - és A-szintben közel azonos mennyiségű, majd a szelvényben lefelé haladva jelentősen csökken, 35 cm-től már 1% alatt van. A karbonáttartalom változása a szintek között csekély, 3,7% és 4,9% között ingadozik. A vizes- és a LE-kivonatból mért kálium és magnézium mennyisége – a C_3 -szint LE-kivonatból mért káliumtartalmának kivételével – csökkenő tendenciát mutat a mélység függvényében. Az A- és B-szint között ugrásszerű, a mélyebb szintekben kisebb léptékű a változás. A nátrium a szelvény teljes hosszában nem mutat számottevő változást. Az anionok közül a foszfát- és a szulfáttartalom kiemelkedően nagy az O_i -szintben. Az egyes szintek közötti változás mértékét tekintve a foszfát-, szulfát- és nitráttartalom nagymértékben változik az O_i - és az A-szint között, a szulfát 42%-kal csökken, a nitrát 50%-kal nő. A foszfáttartalom több, mint 98%-kal csökken. A C-szinten belül a szulfáttartalom jelentősen nő, 120 cm mélységben már közelíti az A-szint mennyiségét. A foszfát nem mutat jellegzetes változást a C-szintben.

A kálium mindkét formában mérve és a magnézium mennyisége egyaránt csökkenő tendenciát mutat, kivételt képez a legmélyebb szintről származó minta LE-kivonatból mért káliumtartalma. A kálium, a magnézium és a nátrium O_i - és A-szint közötti változása kismértékű, míg a B-szintnél jelentős az eltérés.

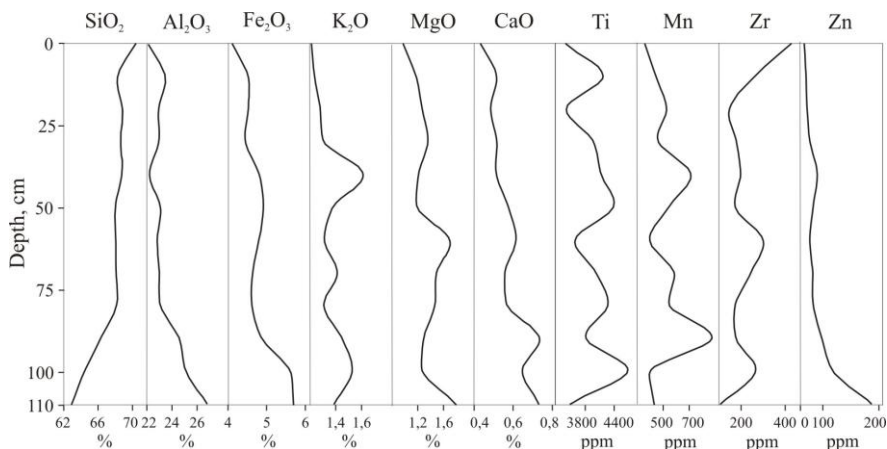
	mélység	pH _{KCl}	pH _{H2O}	humusz	CaCO ₃	PO ₄ ³⁻ (H ₂ O)	PO ₄ ³⁻ (LE)	K ⁺ (H ₂ O)	K ⁺ (LE)	Na ⁺ (LE)	Mg ²⁺ (LE)	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
	cm			m/m%		mg/kg							
O_i -szint	0–1	5,79	6,59	5,10	4,7	-	46,4	-	413,4	15,6	485,2	234,2	19,6
A-szint	1–5	5,37	6,13	5,15	3,7	1,57	0,59	51,1	393,9	19,2	465,4	99,5	38,8
B-szint	5–35	3,90	5,44	1,27	4,2	1,23	kha	27,5	132,2	34,9	347,1	46,5	2,7
C ₁	35–60	4,11	5,69	0,82	4,0	kha	0,33	15,6	119,3	25,7	278,5	51,0	3,4
C ₂	60–100	4,28	5,88	0,48	4,2	0,21	0,60	16,7	112,9	26,8	209,2	76,8	2,6
C ₃	100–120	4,33	5,78	0,52	4,9	kha	0,14	10,7	146,0	39,7	176,6	85,9	2,3

1. táblázat A vizsgált talajminták kémiai adatai (kha: kimutatási határérték alatt)

Table 1 Chemical data of examined soil samples (kha: under measurable limit)

A vizsgált talaj elemi összetételének vizsgálata röntgenfluoreszcens méréssel történt 10 cm-ként vett talajmintákon. A legnagyobb mennyiségben előforduló főelemek és nyomelemek mennyiségét és a mélység szerinti változásokat az **1. ábra** mutatja. A szilícium és az alumínium mennyisége 80 cm mélységig nem mutat jelentős eltérést, mélyebbre haladva azonban a két elem között egy ellentétes változást tapasztaltunk, a szilícium mennyisége 11 %-kal csökken az alumíniumé ezzel párhuzamosan nő. A vas, kálium, magnézium és kalcium mennyisége a szelvény mentén enyhe növekedést mutat. A görbék lefutásában a kálium esetében 40 cm-nél, a magnézium

esetében 60 cm-nél, a kalcium esetében pedig 100 cm-nél jelenik meg egy-egy kiugró érték. A titán és mangán értékek tendenciájában nincs szabályszerűség a mélység függvényében. A cirkónium 20 cm-ig jelentősen csökken, majd értéke ingadozóvá válik és 100 cm-nél újra egy erősebb csökkenés figyelhető meg. A cink értéke folyamatosan növekvő tendenciát mutat, amely 100 cm-től meredeken emelkedik.



1. ábra A vizsgált szelvény elemeloszlás profiljai
Figure 1. Element distribution of the examined profile

A röntgendiffrakciós vizsgálatok alapján a mintákban az uralkodó ásvány a kvarc, mellette kaolinit, vermikulit, szmektit, plagioklász, kálföldpát, zeolit és hematit mutatható ki. A szelvényen belül a plagioklász és a kálföldpát aránya, valamint a zeolit mennyisége változó. A vermikulitos jelleg növekszik a mélységgel. A vörösgyagokra az alumínium-oxid megjelenése jellemző, ennek ellenére a gibbsit csak kis mennyiségben volt kimutatható. A vizsgálatok az O₁- és A-szintben a kaolinit dominanciáját mutatják (Czirbus et al., 2010), szmektit nem jelenik meg értékelhető mennyiségben. A B-szintben azonban a kaolinit mellett viszonylag jelentős mennyiségű vermikulit és szmektit (elsősorban montmorillonit), valamint kevés földpát és hematit jelenléte is kimutatható. A duzzadó agyagásványok hiányát az O₁- és A-szintben komplex röntgendiffrakciós vizsgálattal bizonyítottuk. Etilén-glikollal, lítiummal, káliummal és magnéziummal történő telítés esetén reflexió-elmozdulás nem történt. Hasonlóképpen nem tapasztalható reflexió-változás a lítiummal telített, 250 °C-ra hevített, majd glicerinnel kezelt minta spektrumán sem.

A talaj humuszminőségének vizsgálata során az E4/E6 arány az O₁-szintben nagyobb, értéke 6,96; míg az A-szintben 5,40.

A Rock-Eval pirolízissel kapott szerves geokémiai alapadatok többsége 30 cm mélységben mutat éles változást (**2. táblázat**). Mivel a pirogramok értékelhetőségi küszöbértéke TOC=0,2–0,3%, a 0,2%-nál kevesebb összes szerves szén tartalmazó minták esetében a pirogram nem értékelhető. A TOC-nek és a két alkotórészének, a pirolizálható, reaktív (OC_r) és a szénhidrogén termelésre alkalmatlan inert (OC_i) szénnek a mennyisége 30 cm-ig csökken, majd – egy kivételtől eltekintve – a mélység függvényében gyakorlatilag nem változik. Ezzel szemben a szerves anyag kémiai összetételét jellemző hidrogén index (HI) 20 cm-ig mutat jellegzetes változást, majd a mélységgel ingadozik.

mélység	S2	TOC	HI	OC _{reakt}	OC _{inert}	OC _i /TOC
cm	mg CH/g	%	mg CH/g TOC	%		
0-10	3,30	1,49	221	0,27	1,22	0,82
10-20	1,82	0,88	206	0,15	0,73	0,83
20-30	1,16	0,62	187	0,10	0,52	0,84
30-40	0,54	0,29	186	0,04	0,25	0,85
40-50	0,44	0,25	176	0,04	0,21	0,85
50-60	1,13	0,60	188	0,09	0,51	0,84
60-70	-	<0,20	-	-	-	-
70-80	0,42	0,26	161	0,03	0,23	0,87
80-90	0,50	0,26	192	0,04	0,22	0,84
90-100	-	<0,20	-	-	-	-
100-110	0,48	0,24	200	0,04	0,20	0,83
110-120	0,58	0,32	181	0,05	0,27	0,85

2. táblázat A talajminták Rock-Eval pirolízissel meghatározott szerves geokémiai alapadatai
Table 2. Organic geochemical data of studied soil samples examined with Rock-Eval pyrolysis

szint	mélység	F1	F2	F3	F4	R	I	B _L	B _S	H	E4/E6
	cm	%						%			
O _i	0-1	1	26,3	61,5	11,3	0,04	-0,35	1,1	29,6	69,8	6,96
A	1-5	1,1	26,5	64,7	7,8	0,04	-0,37	1,2	28,7	70,1	5,40

3. táblázat A humuszanyagokat jellemző E4/E6 arány, valamint a teljes és az éretlen szerves anyagnak a Rock-Eval pirogramok matematikai bontásával számított összetétele az O_i- és az A-szintben

Table 3. E4/E6 ratio measured on fulvic and humic acids, as well as the composition of the total and the immature organic matter calculated by mathematical deconvolution of the Rock-Eval pyrograms for O_i- and A-horizons

A Rock-Eval pirogramok matematikai bontásának eredményei (3.táblázat) az érett, termikusan rezisztens geo-makromolekulák (F4) koncentrációjának jelentős csökkenését, az éretlen geo-makromolekulák (humanyagok: F3) koncentrációjának enyhe növekedését mutatják az O_i- és az A-szint között (Czirbus et al., 2010). Ugyanakkor a labilis (F1) és a stabil (F2) bio-makromolekulák koncentrációja alig változik. Az éretlen szerves anyagon (F1+F2+F3) belül a bio-makromolekulák (B_L + B_S) kismértékű csökkenésével párhuzamosan növekszik az éretlen geo-makromolekulák (H) relatív mennyisége és csökken az E4/E6 arány.

Megvitatás

A vizsgált talajminták vizes és kálium-kloridos pH-ja egyaránt savas. A két pH különbsége 0,8 egység a felszíni 5 cm-ben, az alsóbb rétegekben a különbség 1,6-ig nő, tehát a terület savanyodásra hajlamos. Az avarszint nagy mennyiségben tartalmaz friss növényi maradványokat, és ezek kezdeti stádiumban lévő degradációs szakaszának is köszönhető a gyengén savas kémhatás. A talaj savas karaktere a mérhető 4–5%-os karbonáttartalom ellenére megmarad, mivel a karbonátok semlegesítő hatása csak az alapközet aprózódásából származó mészgöbcecsek közvetlen közelében lévő talajrészre terjed ki. A karbonáttartalom nem nő a mélységgel, mivel a szelvény alja nem éri el az ágyazati kőzetet. Az O_i- és az A-szint szervesanyag-tartalma közötti kis különbség valószínűleg a szabvány szerinti előkészítési eljárásból adódik.

A felső (O_i) szint sokkal nagyobb mennyiségben tartalmaz foszfátot és szulfátot, mint a mélyebb szintek, amelyből arra következtethetünk, hogy ezek a szervesetlen alkotók a szerves anyag bomlásából származnak. A jól átlevégozott avarszintben a szerves kén szulfáttá mineralizálódik. A

szulfát mennyisége a szervesanyag-tartalommal párhuzamosan meredeken csökken 35 cm-ig, ezt követően pedig növekszik. Utóbbi azért lehet, mert a szerves anyag ugyan negatív hatással van a szulfát adszorpciójára, de a savanyú talajon képződött anioncserére képes Fe- és Al-oxidok adszorbeálhatják. A foszfát mennyisége az általános tendenciával ellentétben, a vizes oldatban nagyobb a LE-kivonathoz képest. Ennek oka az lehet, hogy a savanyú, sok vasat tartalmazó talajban a foszfor kicsapódik nehezen oldható vas-foszfátok alakjában, így savanyú közegben kevésbé mérhető (Stefanovits et al, 1999). A nitrát, annak ellenére, hogy könnyen kimosódó anion az A-szintben halmozódott fel. Ez annak tulajdonítható, hogy a nitrát forrása a felszíni növényzet levélanyaga, és az avarszintből folyamatosan utánpótlódik, valamint az alsóbb rétegek rossz vízvezető képessége miatt nem tud kimosódni. Az oldható magnézium mennyisége a szelvényben lefelé lassan csökken, mivel a kilúgzás gyenge és a magnézium az agyagok felületén jól adszorbeálódik, geokémiai határvonal kimutatására nem használható. A nátrium a legkönnyebben kimosódó bázikus kation, így a talaj felső szintjeiben csak kis mennyiségben fordul elő. A nátrium valószínűleg a földpát mállásából származik. A kálium a szerves anyagokhoz gyengén kötődik. A talajban a kilúgzás gyenge, ezért a felső rétegben 5–35 cm-ig a kálium a talajoldatban van, az alsóbb szintekben azonban az agyagásványokon fixált. A röntgendiffrakciós vizsgálatok alapján a szelvény felső részére a kaolinit (0–5 cm), az alsóbb részére inkább a szmektitiek jelenléte a jellemző. Utóbbi agyagásvány típus az, amely a kálium megkötésére képes. Az XRF mérések alapján kimutatható kálium-csúcs (40 cm) a mangán és cink csúcsokkal együtt valószínűleg a növények gyökérzónája miatt jelenik meg.

Mivel a terület málladéktakarója a Wetterstein-i mészkő mállási maradéka (Kovács, 1998), ezért a mélység függvényében a kalcium és a magnézium növekvő, a szilícium csökkenő tendenciája a karbonátos közet jelenlétére utalhat. Nagy mennyiségű szmektit található a szelvényben, így feltételezhető, hogy a magnézium nemcsak a dolomitból származik, hanem egy magnéziumtartalmú szilikát mállástermékeként maradt vissza. Valószínűleg ezen prekursor vas-magnézium szilikátból származik a jelen lévő hematit vastartalma is. A vasat a szilikát ásványok főleg Fe(II) formában tartalmazzák. Ha a megváltozott redox-viszonyok hatására a kristályrácsban történő ioncsere, vagy savas oldódás következik be, akkor a talajoldatba kerülve Fe(III)-á oxidálódik, így vas-oxi-hidroxidok, illetve vas-oxidok formájában kiválik. A szmektitiek mellett (leginkább montmorillonit) vermikulit is előfordul a mintákban, ami újdonságnak tekinthető a korábbi magyarországi adatokhoz viszonyítva (Vicizian, 2002), de jól belesimul a nemzetközi eredményekbe (Durn, 2003).

A cirkónium saját ásványa a cirkon, amely nehézasvány és megtartja a szelvény elemeire jellemző eredeti lefutást. A titánnal együtt általában nagyon immobilis, így kiváló indikátora a talajképződési folyamatok kezdete előtti állapotoknak. Fugacitása csak fluor és szén-dioxid jelenlétében nagy. A felső szintben jellemző relatív nagy mennyisége annak köszönhető, hogy az utóbbi évtizedekben a nagyszámú nukleáris kísérlet, illetve az atomreaktor balesetek következtében a cirkónium a talaj felső szintjeiben dúsult. A titán rendezettségét ebben a szelvényben azonban befolyásolja a vasásványok jelenléte, ugyanis a színes szilikátok mállása következtében felszabaduló titán, vas-oxidok, és vas-oxi-hidroxidok jelenlétében, a vassal kicserélődve ilmenitet alkothat és nemcsak anatózban lehet jelen.

A szilikátok fő alkotói, a szilícium és az alumínium mennyisége 80 cm mélységig közel állandóak, ez alatt azonban jól megfigyelhető ellentétes változásuk. A szilícium nagy mennyisége a felső szintekben a talaj magas kvarctartalmának tulajdonítható. A kvarcsczemcsék a környező ásványok erőteljes mállása következtében halmozódhattak fel. Ez a tendencia a felső 0–10 cm-ben a legszembetűnőbb. Ha a lejtőn való lehordódás komolyabb mértékű áthalmozódással is járna, valamint egy fiatalabb málladéktakaróról lenne szó, akkor a szilícium és az alumínium a titánhoz hasonló tendencia nélküli lefutást mutatna (Barczy et al., 2006). A mélységprofilokból feltételezhető, hogy az általunk vizsgált tömb egységként csúszik lefelé a lejtőn.

A fő ásványi alkotók aránya jól mutatja, hogy a melegebb trópusi és a mérsékelt övi klímaviszonyok egyaránt érvényesültek a talajképződés során. A szilícium és az alumínium ellentétes tendenciája a melegebb trópusi klímaviszonyokra utalhat (bauxit-képződés). Ezen felül a

vörösföldes-vörösmartyagos málladéktakaró szerepét a kaolinit és a talaj vörös színét adó hematit dominanciája mutatja. Ezek a talajalkotók szintén melegebb, csapadékosabb klímaviszonyok között és savas közegben keletkezett másodlagos termékek, amelyek a trópusi területekre jellemzőek (Stefanovits et al., 1999). A jelentős magnéziumkoncentráció, a szmektit (montmorillonit) és a kis mennyiségű földpát jelenléte a B-szintben a mérsékelt övi talajképződésre utal (Stefanovits et al., 1999).

A kis szervesanyag-tartalmú szelvény Rock-Eval pirolízissel mért geokémiai alapadatainak mélység szerinti változása megfelel a talajok szerves anyagára jellemző általános evolúciós trendnek. Az összes szervesszén-tartalom (TOC) 40 cm-ig fokozatosan csökken, a C-szintekben – az 50–60 cm mélységtől eltekintve – minimális, közelíti az értékelhetőségi küszöbértéket. A szerves szén mennyiségének változása 10–20 cm között a legnagyobb, kb. kétszerese a B-szinten belül (20–30 és 30–40 cm között) mért különbségeknek. A hidrogén index (HI) 30 cm mélységig enyhén csökkenő értéke a bio-makromolekulák humin típusú anyagokká történő átalakulásának korai szakaszát jelzi. A talaj szerves anyagának a mélységgel történő transzformációja során ugyanis, hasonlóan a kőszén mállásához (Lo és Cardott, 1995), az oxidáció korai szakaszát a hidrogéntartalom, és így a HI értékének, csökkenése jellemzi, csak a folyamat előrehaladásával növekszik az oxigéntartalom (Disnar et al., 2003). A transzformáció korai szakaszát mutatják a felső (O_i és A) szinteket reprezentáló mintákból meghatározott E4/E6 arányok és a Rock-Eval pirogramok matematikai bontásának eredményei is. Stefanovits et al. (1999) megállapításával összhangban, az általunk vizsgált szelvény O_i - és A-szintekben mért értékeinek különbsége a kondenzáció kismértékű előrehaladására utal. A felső szintben még domináns kis molekulájú, könnyen oxidálódó fulvo- és huminsavak mennyisége az A-szintben csökken, és a nagyobb molekulájú, kondenzáltabb huminsavak kerülnek túlsúlyba.

A Rock-Eval pirogramok matematikai bontásával nyert mutatókból számított transzformációs arány (I) kissé negatívabb értéke (Czirbus és mtsai, 2010), a bio-makromolekulák (B_L+B_S) enyhén csökkenő és a huminanyag (H) enyhén növekvő részaránya az éretlen szerves anyagban (**3. táblázat**) is megerősíti a hidrogén index, valamint az E4/E6 arány változása alapján a szerves anyag transzformációjára levont fenti következtetést.

A szervesanyag geokémiai eredmények alapján megállapítottuk, hogy már a talajképző anyag is egy hosszú, több szakaszból álló mállási folyamat eredménye. A mállási folyamatok egymástól rendkívül eltérő mikrokörnyezetekben játszódnak le, ami termékként egy „ásványgyűjtemény” rendkívüli sokaságát eredményezi. A teljes geokémiai vizsgálatot egybevetve arra a megállapításra jutottunk, hogy a szelvény felső 40 cm-es rétege mutatja a talajosodás jeleit, kilúgzási és felhalmozódási szintekkel.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk köszönetet mondani Tóth Máriának (MTA Geokémiai Kutatóintézet) a röntgendiffrakciós mérésekért, Dr. M. Tóth Tivadarnak (SZTE TTIK Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék) az ásványtani elemzésekben, Samu Andreának (SZTE TTIK Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék) a terepi mintavételezésben nyújtott segítségéért, valamint Dr. Gál Anitának (SZIE Talajtani és Agrokémiai Tanszék) a humuszvizsgálatokért. Kutatásainkat a K 81181 sz. OTKA projekt támogatásával végeztük.

Irodalom

- Barczy A., M. Tóth T., Csanádi A., Sümegi P., Czinkota I. 2006: Reconstruction of the paleo-environment and soil evolution of the Csipő-halom kurgan, Hungary. *Quaternary International*, 156–157: 49–59.
- Barta K., Tanács E., Samu A., Bárány-Kevei. I. 2009: Hazai rendzinák megfeleltetése a WRB nemzetközi talajosztályozási rendszerben. *Agrokémia és Talajtan*, 58(1): 7–18.

- Beck, R. K., Borger, H. 1999: Soils and relief of the Aggtelek Karst (NE Hungary): A record of the ecological impact of palaeoweathering effects and human activity. In: Bárány-Kevei, I.; Gunn, J.: *Essays In The Ecology and Conservation of Karst*. International Geographical Union Commission Sustainable Development and Management of Karst Terrains, Szeged-Budapest-Miskolc, Hungary. p. 13–30.
- Clark I., Fritz P. 1997: *Environmental Isotopes in Hydrogeology*. Lewis Publishers Boca Raton, New York
- Dean, W. E. Jr. 1974: Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: Comparison with other methods. *J. Sed. Petrol.*, 44: 242–248.
- Disnar, J. R., Guillet, B., Keravis, D., Di-Giovanni, C., Sebag, D. 2003: Soil organic matter (SOM) characterization by Rock-Eval pyrolysis: scope and limitations. *Organic Geochemistry*, 34, 327–343.
- Durn, G. 2003: Terra Rossa in the Mediterranean Region: Parent Materials, Composition and Origin. *Geologia Croatica*, 56(1): 83–100.
- Hetényi M., Nyilas T., M. Tóth T. 2005: Stepwise Rock-Eval pyrolysis as a tool for typing heterogeneous organic matter in soils. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 74: 45–54.
- Hetényi M., Nyilas T., Sajgó Cs., Brukner-Wein, A. 2006: Heterogeneous organic matter from the surface horizon of a temperate-zone marsh. *Organic Geochemistry* 37: 1931–1942.
- Hetényi M., Nyilas T., Sajgó Cs. 2007: Distribution pattern of organic fractions isolated from soils of different topography. The 23rd International Meeting on Organic Geochemistry, Torquay, England, 9th-14th September 2007, Book of Abstract, 963–964.
- Hetényi M. 2008: Heterogén szerves anyag a talajban és a recens üledékekben. Akadémiai székfoglaló előadás.
- Kaszala R., Bárány-Kevei I., Polyák K. 2004: Further dates of heavy metal content on the soil and vegetation of Aggtelek karst (Hungary). *Acta Carsologica*, 33(2): 169–179.
- Kovács S., 1998: Az Észak-magyarországi triász képződmények rétegtana. In: Bérczi, I., Jámor, Á., (Szerk.): *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana*, p. 245–251. MOL Rt., MÁFI, Budapest.
- Less Gy., Kovács S., Szentpétery I., Grill J., Róth L., Gyuricza Gy., Sásdi L., Piros O., Réti Zs., Elsholz L., Arkai P., Nagy E., Borka Zs., Harnos J., Zelenka T. 2006: Az Aggtelek-Rudabányai-hegység földtana. Magyarország tájegységi térképsorozata. Budapest, Magyar Állami Földtani Intézet. p. 54.
- Lo, H. B., Cardott, B. J. 1995: Detection of natural weathering of Upper Mc Alaster and Woodford shale, Oklahoma, USA. *Organic Geochemistry*, 22: 73–83.
- Nyilas T., M. Tóth T., Hetényi M. 2008: Quantification of soil organic matter degradation by Rock-Eval pyrolysis. *Cereal Research Communications* 36(Suppl.): 2007–2010.
- Sebag, D., Disnar, J. R., Guillet, B., Di Giovanni, C., Verrecchia, E. P., Durand, A. 2006: Monitoring organic matter dynamics in soil profiles by 'Rock-Eval pyrolysis': bulk characterization and quantification of degradation. *European Journal of Soil Science* 57: 344–355.
- Stefanovits P., Filep Gy., Fülek Gy. 1999: *Talajtan*. Budapest, Mezőgazda. p. 253.
- Stevenson, F.J. 1994: *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. 2nd ed., John Wiley & Sons, Toronto. 6–9, 41–42.
- Szendrei G. 1998: *Talajtan*. ELTE, Eötvös Kiadó. p. 155–159.
- Ujvárosy A. 1998: Földrajzi helyzet, éghajlati viszonyok. In: Baross G.: *Az Aggteleki Nemzeti Park*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 22–24.
- Varga Z., Sipos J., Horváth R., Tóth E. 1998: Az Aggteleki-karszt élővilága. In: Baross G.: *Az Aggteleki Nemzeti Park*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 254–321.
- Viczian I. 2002: *Acta Geol. Hung.* 45(3): 265–283

Zámbó L. 1998: Talajtakaró. In: Baross G.: Az Aggteleki Nemzeti Park. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 97–117.

Abstract

GEOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF SOIL OF SLOPE SEDIMENTS OF RED CLAY RENDZINA

NÓRA CZIRBUS, TÜNDE NYILAS and MAGDOLNA HETÉNYI

University of Szeged, Department of Mineralogy, Geochemistry and Petrology
H-6701 Szeged PO Box 651, Hungary, e-mail: czirbus.nora@geo.u-szeged.hu

During the last decade besides their agrochemical characterization, the geochemical investigation of soils has received increasing attention owing to the significant role played by both their mineral and organic composition in the processes of pedogenesis, in the migration of contaminants and in the global carbon cycle. This work was performed as part of a project aiming at the geochemical characterization of the organic matter stored in the major soil types of Hungary. Here we present elementary and mineral composition, as well as Rock–Eval data determined on a soil profile representing a soil of slope sediments of red clay rendzina (Aggtelek Karst, NE Hungary). Our results suggested that phosphate, nitrate and sulphate derived from the litter layer and were not washed out from the top layer because of the bad transmissivity of deeper layers. Magnesium came not only from dolomite but mostly from a Fe-Mg-silicate which could also be the source of the Fe-content of the hematite. The early stage of the transformation of the biomass into humic substances in the A horizon was shown by the downward decreasing values of E4/E6 ratio measured on the water soluble organic fractions and those of hydrogen index, as well as by the results of the mathematical deconvolution of the Rock Eval pyrograms. Both warm tropical and temperate climatic conditions could exist during pedogenesis as it was evidenced by the mineral composition of the samples. The source material of the studied soil seemed to result from long multi-phased weathering processes taking place in different micro-environments and leading to a heterogeneous mineral composition of the soil. All geochemical data exhibited the signs of pedogenesis in the upper 40 cm of the studied profile and they suggested the lack of reworking during sliding down on the slope.

ERÓZIÓVESZÉLYEZTETETTSÉG VIZSGÁLATA A SOPRONI-HEGYSÉG ERDŐSÜLT KISVÍZGYŰJTŐJÉN AZ USLE ÉS AZ EROSION-3D MODELLEKKEL

CSÁFORDI PÉTER

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar
Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet
9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4., e-mail: csafordip@emk.nyme.hu

Összefoglalás

Tanulmányomban a soproni-hegységi Farkas-árok rendszeres erdészeti beavatkozásokkal érintett kisvízgyűjtőjének erózióval veszélyeztetett területeit vizsgáltam. Az eróziós becsléseket az empirikus Egyetemes Talajvesztési Egyenlettel (USLE) és az EROSION-3D raszterbázisú fizikai eróziómodellel végeztem a 2008. október és 2009. október közötti időszakra. Az 1 hektárra eső átlagos éves talajvesztesség értékét az egyes pixelekre (25 m^2 -es raszterfelbontás), az egyes erdőrészekre és vegetációs típusokra is megadtam, az erodálódott talaj összes tömegét pedig az erdőrészek és növényborítási kategóriák szintjén mutattam ki. A két modellel kapott minőségi és mennyiségi eredményeket összehasonlítottam egymással. Az USLE eredményei szerint a felületi erózió okozta talajvesztesség egyik erdőrészletben és vegetációs típusnál sem haladta meg a $2,2 \text{ t/ha}$ értéket, és nem lépte túl a $60\text{--}100 \text{ cm}$ mély termőréteg esetén megengedhető határértéket ($4,1\text{--}9 \text{ t/ha/év}$). Rasztercellák szintjén jelentkezett néhány magasabb érték, de csak ott, ahol ténylegesen vízmosásos erózió, illetve meredek partfal fordul elő. A Farkas-árok 56 hektáros területén a felületi erózió során 30 tonna talaj pusztult le a referencia-időszakban. Az EROSION-3D modell mind az erózió mind az akkumuláció mennyiségét erősen felülbecsülte, de a potenciálisan erózióveszélyeztetett területeket következetesen adta meg az erózió csapadékeseményekre, illetve havi és éves felbontásban is. A két modell eredményeit tekintve a Farkas-árokban a lejtőhossz és lejtőhajlás kombinált értéke, az LS-faktor gyakorol legnagyobb hatást az erózióra. A legveszélyeztetettebb területek az árkok, völgyek, burkolatlan közelítőutak és a patakok kísérő meredek partfalak. A modellek alkalmazásának azonban vannak korlátai, az egyes részeredményeket pontatlanságok terhelhetik.

Kulcsszavak: erózió, számítógépes eróziómodellezés

Bevezetés

Az erdő talajvédő hatása jól ismert, a kutatások során legtöbbször nem feltételeznek eróziót az erdővegetációval borított felszínen. A helytelenül végzett fakitermelések, útépitések miatt azonban erdősült vízgyűjtőkön is bekövetkezhet talajpusztulás. A klímaváltozás következtében egyre szélsőségesebbé váló csapadékviszonyok sárlavinákat indíthatnak el a hegyvidéki területeken. A fátlan részeken sokszor csak a csupasz alapkőzet marad vissza, és a talaj nehezen vagy egyáltalán nem fejlődik újra. Kevésbé extrém körülmények között is jelentős károk keletkezhetnek a vágásterületeken, illetve a közelítő nyomvonalakon. A termőtalaj vesztesége megnehezíti az erdőgazdálkodás feltételeit. Az akkumulációs területek helyreállítása költséges. Az erodálódott talaj egy része eléri a befogadó vízfolyásokat, melyek továbbszállítják azt. A szállított hordalék – többek között – csökkentheti a vízi műtárgyak élettartamát, hozzájárul a víztározók feltöltődéséhez, a vizes élőhelyek átalakulásához. A lebegtetett hordalékszemcsékhez kötődő anyagok az ökoszisztéma elszennyeződéséhez vezethetnek. A túl magas lebegőanyag-koncentráció károsíthatja az öntözőrendszereket, és gondot okozhat az ivóvíz-felhasználásban is.

E káros hatások azonban csökkenthetők, vagy elkerülhetők, ha megfelelő gazdasági-technológiai eljárással végzik az erdészeti munkákat. Ehhez ad segítséget a tudomány, az

erózióra hajlamos területek kimutatásával, az egyes erdészeti beavatkozások hatásának értékelésével és a talajt leginkább kímélő módszerek ajánlásával. Az erdőterületi erózió jelenségét, a vízfolyások hordalékszállítására és erdészeti tevékenységek közti összefüggéseket, valamint a vízfolyásba jutó talaj káros hatásait számos szerző vizsgálta és ismertette (Thomas, 1985; Maidment, 1993; Surfleet et al., 1996; Lewis, 1998; Lisle et al., 1998; Gordon et al., 2004; Owens és Collins, 2006; Chang, 2006).

A tanulmány előzményeként Intézetünk a Soproni-hegység területén több eróziós vizsgálatot folytatott. Kucsara és Rácz (1991) a Tacsai-árok, Csáfordi et al. (2009) pedig a Rák-patak 10 km²-es részvízgyűjtőjének fajlagos eróziós talajvesztését becsülte meg egy-egy tő feltöltődése alapján. Gribovszki (2000) egyes kisvízfolyások hordalékszállításával foglalkozott. Jelen kutatásom célja volt, hogy az Egyetemes Talajvesztési Egyenlettel (USLE) és az EROSION-3D fizikai eróziómodellel kimutassam az erózióval veszélyeztetett területeket és a 2008. október és 2009. október között bekövetkezett talajvesztesség mennyiségét a Farkas-árokban. A két modell adta eredményeket összehasonlítottam egymással.

Anyag és módszer

Vizsgálataimat a Soproni-hegység egyik kisvízgyűjtőjén, a Farkas-árokban végeztem. A területen kristályos pala aljzatra települtek több rétegben, más-más ülepedési viszonyok között a szárazföldi törmelékes kőzetek (konglomerátum, kavics, homok, iszap). A völgyben az átlagos lejtés meghaladja a 21%-ot, a völgyfenék átlagos lejtése pedig 7,7%, de gyakoriak a zúgó-tavacska szekvenciák. A legfelső talajszintben (0-50 cm) mindenhol jellemző az igen nagy mennyiségű finom homok frakció jelenléte. Sok helyen 70-80 cm-rel a talajfelszín alatt agyagos réteg húzódik (Bellér, 1996). Az erózióvesztést igazolják a Farkas-árok alsó harmadában megfigyelhető földcsuszások. A terület éghajlatában a mediterrán, a kontinentális és az óceáni hatás is érezhető. A vizsgált vízgyűjtőn 2008. októbertől 2009. októberig 730,5 mm csapadék hullott. A Farkas-árok nagyrészt erdővel borított, lombhullató és örökzöld vegetáció egyaránt jelen van. Az utóbbi években egyre több területen kell egészségügyi tarvágást végrehajtani a lucfenyvesekben fellépő tömeges szűkárósítás miatt. A vágásterületeken és a közelítőutakon megindulhat a talajpusztulás, amely a földcsuszásokon, partomlásokon és medereróziókn kívül hordalék-utánpótlást szolgáltat a patak számára.

Az eróziómodellek talajvédelmi gyakorlatban betöltött szerepe nagyon jelentős, mivel a talajerózió terepi mérése idő- és munkaigényes folyamat. Vizsgálataimat az USLE és az EROSION-3D modellekkel végeztem, ezért ezek bemutatására térek ki. Az Egyetemes Talajvesztési Egyenletet mai formájában 1978-ban közölte Wishmeier és Smith. Az USA-ban megalkotott empirikus összefüggést több átdolgozott változat követte. Az egyenletben 6 tényező összeszorzásával becsülhető az egységnyi területre jutó átlagos éves talajvesztesség értéke:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P.$$

A szorzatban „A” az átlagos éves talajvesztesség egységnyi területen (t*ha⁻¹*év⁻¹); „R” az esőtényező (erozivitás), a helyileg várható záporok erózió-potenciálja megművelt, de bevetetlen talajon (kJ*m⁻²*mm*h⁻¹); „K” a talaj erodálhatóságát kifejező tényező (t*ha⁻¹*m²*kJ⁻¹*h*mm⁻¹); „L” a lejtőhosszúság tényezője, a talajvesztesség aránya a 22,13 m hosszúságú lejtőhöz viszonyítva (viszonyszám); „S” a lejtőhajlás tényezője, a talajvesztesség aránya 9%-os lejtőhöz viszonyítva (viszonyszám); „C” a növénytermesztés és gazdálkodás tényezője, a talajvesztesség aránya a különböző talajfedettség és gazdálkodásmód esetén a fekete ugaréhoz viszonyítva (viszonyszám); „P” a talajvédelmi eljárások tényezője, a talajvesztesség aránya vízszintes, sávos vagy teraszos művelés esetén a lejtőirányú műveléshez viszonyítva (viszonyszám) (Centeri, 2001).

Az USLE-t mezőgazdasági művelés alatt álló amerikai területekre, az úgynevezett Wishmeier-parcellákra dolgozták ki, így az egyenlet adaptálás nélkül nem használható sikeresen más jellegű területekre. Az USLE különböző jellegű vízgyűjtőkön való alkalmazhatóságát Risse et al. (1993) és Gribovszki (2000) is tárgyalja. Hivatkozásaik szerint az USLE-val módosítás nélkül, az erdővel borított felső vízgyűjtőkre meghatározott talajvesztesség akár egy nagyságrenddel is

meghaladhatja a ténylegesen várható értéket, mivel az erdőterületeken a talajbolygatás mintázata legtöbbször szabálytalan, és a felszíni lefolyást gyakran nagyobb szerves törmelékdarabok akadályozzák. Az USLE 3-18%-os lejtésű és 122 méternél rövidebb lejtőszakaszok talajvesztésének és -akkumulációjának előrejelzésére javasolt, de nem ajánlott a parcellák alacsony lejtésű területein végbemenő depozíció becslésére. Meredek lejtőkre alkalmazva felülbecsli az erózió mértékét és elsősorban hosszú távú, éves előrejelzésre használható. Centeri (2001) felhívja a figyelmet, hogy milyen mértékegység-egyeztetési problémák jelentkeznek az USLE-val való számolások során. Az egyenlet hátránya még tapasztalati jellege, illetve, hogy nem számolható vele a vonalas eróziós és tömegeróziós talajvesztés. Vízügyítő szinten mennyiségi erózióbecslés helyett minőségi értékelésre ajánlott. Salamin (1982) írja, hogy az USLE hazai alkalmazását Kiss, Primás és Regös 1972-ben készítette el, 1987-ben Schwertmann irányításával pedig Európa más részeire is átdolgozták. Tényezőinek meghatározására számos módszert fejlesztettek ki (Schwertmann et al., 1987; Centeri, 2001). Az egyenletet a talajvédelmi tervezés napjainkban is gyakran alkalmazza.

Az EROSION-3D (E-3D) (von Werner, 1995 in von Werner, 2007) egy dinamikus, eseményorientált eróziómodell, mely fizikai összefüggések segítségével jelzi előre a természeti folyamatokat. Az eróziós számítások alapja egy raszteres domborzatmodell, ezért a modellezés előfeltétele a térinformatikai adatfeldolgozás. A csapadékesemények által kiváltott talaj- és tápanyagvesztés, a depozíció és a felületi lefolyást jellemző változók eredményei minden egyes rasztercellára kiértékelhetők különböző időintervallumokra. Adatigénye magas, hiszen a megbízható eredményhez nagy térbeli felbontásban célszerű megvizsgálni a lejtéviszonyokat, a talajtulajdonságokat és a csapadékadatokat. Fizikai jellege miatt nem veszi figyelembe a biotikus folyamatok kedvező hatásait (pl. növényi és állati eredetű makropórusok), ezért a valóságnál kisebb mértékű beszívargással, és emiatt nagyobb felületi lefolyással és erózióval számol. Az EROSION-3D-vel nemcsak a felületi erózió, hanem a vonalas erózió és a vízfolyásokba jutó hordalék mennyisége is modellezhető. Az USLE-hoz hasonlóan azonban az EROSION-3D sem alkalmazható sikerrel validálás nélkül.

Az USLE-vel végzett számítások és az EROSION-3D-hez szükséges raszteres rétegek, továbbá a területi statisztikák és a felületi erózióval veszélyeztetett területek térképei is az ArcGIS szoftverrel készültek. Vizsgálataim során az M=1:10000-es méretarányú, EOVS topográfiai térképből levezetett digitális domborzatmodellt (5X5 m-es felbontás), a 2005. évi légifotót, illetve az 1994-es és 2004-es erdészeti üzemtervek adatait dolgoztam fel. A domborzatmodell alapján lehatároltam a kisvízügyítőt, elkészítettem a vízhálózat és a lejtéviszonyok térképét. A légifotóból és az üzemtervekből kiindulva digitalizáltam a vegetációborítást, az úthálózatot és az erdőrészteteket.

A csapadékadatokat intézetünk hidegvíz-völgyi hidrometeorológiai mérőállomásának 0,5 és 0,1 mm érzékelési küszöbű billenőedényes csapadékmérője szolgáltatta. A csapadék-erózióviszony (R-faktor) számításánál Schwertmann (1987), Sauerborn (1994) és Centeri (2001) útmutatásait követtem. Erozív csapadékeseményeknek azokat vettem, melyek során legalább 10 mm csapadék hullott, vagy ha ennél kevesebb, akkor a fél órás intenzitásuk meghaladta a 10 mm/h-t. Ha két csapadékesemény között eltelt 6 óra alatt 1 mm-nél kevesebb csapadék hullott, akkor az két külön csapadékeseménynek számított. Ha az erozív eső 30 percnél kevesebb ideig tartott, akkor a 30 perces intenzitásnak a teljes csapadékmennyiség felelt meg. Az egységnyi csapadékok energiájának számításakor 30 perces intenzitásokkal dolgoztam. A 0,1 mm-es felbontású műszer alulbecslő, és a 0,5 mm-es felbontású berendezés felülbecslő jellegét az értékpárok átlagolásával korrigáltam.

A K-tényező becsléséhez és a kisvízügyítő talajtérképéhez a Farkas-árok területén gyűjtött 25 talajminta szemeloszlás-elemzése, víz- és szervesanyag-tartalom vizsgálata, illetve Bellér (1996) talajvizsgálati jegyzőkönyvei szolgáltak alapul. A talaj erodibilitását a következő képlettel (Schwertmann et al., 1987) adtam meg:

$$K = 2,77 * 10^{-6} * M^{1,14} * (12-OS) + 0,043 * (A-2) + 0,033 * (4-D)$$

ahol: M = (0,063–0,002 mm-es szemcsetartomány [%] + 0,1–0,063 mm-es szemcsetartomány [%]) * (0,063–0,002 mm-es szemcsetartomány [%] + 2–0,063 mm-es szemcsetartomány [%]); OS =

Szervesanyag-tartalom %-ban (ha OS > 4%, akkor értéke 4 lesz); A = aggregátum osztály; D = vízáteresztési osztály. K erodálhatósági tényező mértékegysége itt $[t \cdot ha^{-1} \cdot m^2 \cdot KJ^{-1} \cdot h \cdot mm^{-1}]$.

A lejtőhosszúság és lejtőhajlás tényezőjét (LS-faktor [viszonyszám]) az ArcGIS (ArcMap) térinformatikai szoftver „Raszteres számítások” funkciójával határoztam meg a következő egyenlettel (Ma 2001):

$$LS = (\text{Összegyülekezés} \cdot \text{Cellahossz} / 22,13)^{0,6} \cdot (\sin(\beta \cdot 0,01745) / 0,09)^{1,3} \cdot 1,6;$$

ahol „Összegyülekezés” az a raszteres réteg, amely megmutatja, hogy az egyes cellák hány másik cellából gyűjtik össze a lefolyó vizet; „Cellahossz”: a raszteres felbontásra utal (itt: 5m); β : lejtőhajlás [$^{\circ}$].

A C- és P-faktorokat szakirodalmi átlagértékek és terepi megfigyelések alapján adtam meg (Ma, 2001; Stumpf és Auerswald, 2006; US EPA, 2009; IASTATE). Az átlagos havi növényborítást a lombkoronáról és a talajfelszínről készült fotók, továbbá terepi tapasztalatok segítségével állapítottam meg. Az EROSION-3D hiányzó paramétereit (pl. termőréteg sűrűsége, megelőző talajnedvesség, érdesség) a Szászországra készült paraméterkatalógusból pótoltam. Az erózióval veszélyeztetett területek megjelölése a Rácz (1985) által leírt toleranciahatárok alapján történt, melyek a következők: 20 cm mély termőréteggig 1 t/ha/év, 40 cm-es termőréteggig 2,2 t/ha/év, 60 cm-ig 4,1 t/ha/év, 80 cm-ig 6,4 t/ha/év, 100 cm-ig 9 t/ha/év, 120 cm-ig 11,8 t/ha/év, 140 cm-ig 15,0 t/ha/év a tolerálható talajvesztés értéke. A kísérleti vízgyűjtőben jellemző átlagos termőréteg-vastagság 60-100 cm.

Eredmények

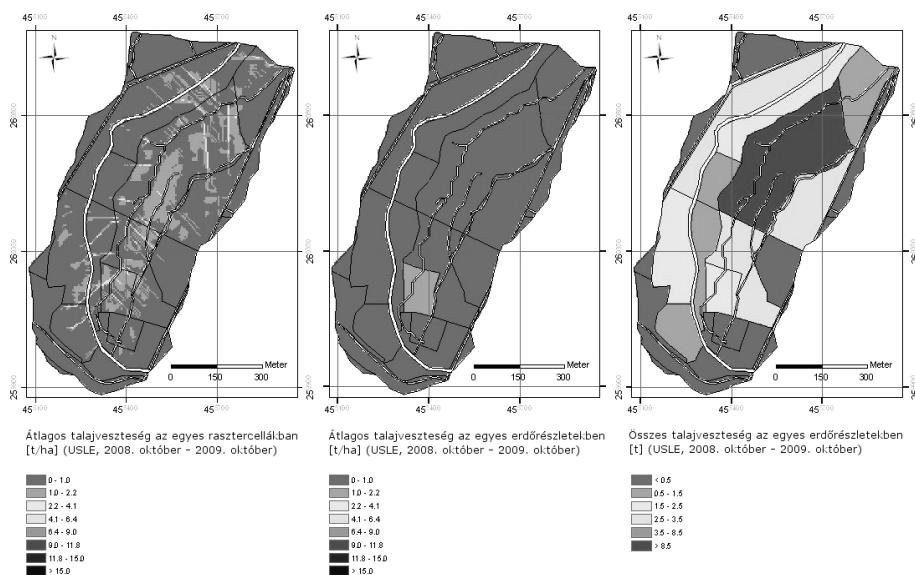
A térinformatikai elemzések során új eredményeket kaptam a vízgyűjtők lejtésviszonyaira. A Farkas-árok 60,6 hektáros területén a maximális lejtés 51,5%-os, az átlagos lejtés 21,4%. Az USLE egyes tényezői a következő értéktartományokban mozognak. A K-faktor a 0,32–0,42 $t \cdot ha^{-1} \cdot m^2 \cdot KJ^{-1} \cdot h \cdot mm^{-1}$, az LS-faktor a 0–97,06, a C-faktor a 0,003–0,01 és a P-faktor a 0,20–0,35 értékeket veszi fel. A 2008. október 22. és 2009. október 16. között lehullott erozív csapadékesemények teljes eróziós faktora $108,4 \text{ kJ} \cdot m^{-2} \cdot mm \cdot h^{-1}$ volt. 2008. október második felében és 2009. október első felében nem mértünk erozív esőket. A június-augusztusi zivatarok együttes erozivitása az éves esőtényező több, mint 80%-át jelentette. A szemeloszlás-vizsgálat kimutatta, hogy a Farkas-árok területén a felső 30-50 cm-es talajréteg fizikai félesége homokos vályog, vályogos homok, illetve iszapos vályogos homok a német talajtani gyakorlat (KA 4 szabvány) szerint.

Az eróziós események minőségi és mennyiségi értékelése a 2008. október – 2009. október közötti időszakra az egyes rasztercellák (25 m²-es felbontás), az erdőrészetek és a növényborítási vagy vegetációs kategóriák szintjén is mindkét modellel elkészült. A felületi erózió okozta átlagos éves fajlagos talajvesztés – az USLE-val kapott eredmények alapján – egyik erdőrészletben sem volt nagyobb 2,2 t/ha-nál. 25 m²-es felbontásnál, egyes rasztercellákban magasabb az erózió, de csak ott, ahol ténylegesen vízmosásos erózió és meredek partfal található. A talajpusztulás értéke azonban e helyeken sem haladta meg a 9 t/ha-t (**1. ábra**). A felületi erózió a referencia-időszakban összesen 30,04 tonna talajvesztést okozott, mely a Farkas-árok utak és vízfolyások nélkül vett 55,6 ha-os területére vonatkozik. A legtöbb talaj a nagy lejtésű és gyéresebb lombkorona-záródású völgyközépi területről mosódott le.

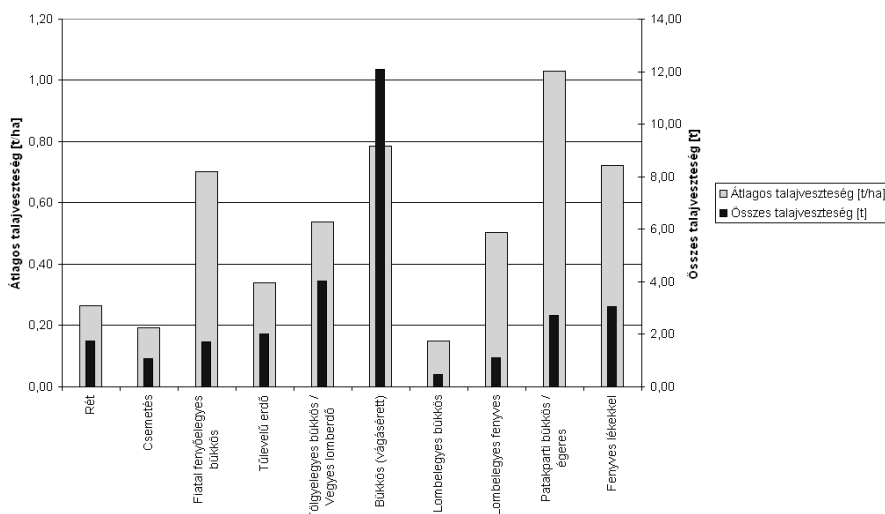
Az átlagos talajvesztést és összes erodálódott talajmennyiséget az egyes erdőrészetekre és vegetációs típusokra diagramon is ábrázoltam (**2. ábra**). Az ábra alapján a patakparti vegetáció, a vágásértett bükkösök, a lékekkel tagolt fenyvesek és a fiatal fenyőlegyes bükkösök területe a felületi erózió szempontjából legsérülékenyebb. E helyek mindegyikén magas az átlagos lejtés, míg a vágásértett bükkösöknél és a lékekkel tagolt fenyveseknél a kiritkult lombborítás, valamint a helyenként csekély aljnövényzet és avartakaró is szerepet játszott az eróziós veszélyeztetettségben. A becsült talajpusztulás azonban egyik vegetációs típusnál sem múlta felül az 1,1 t/ha fajlagos évi

eróziós talajvesztéseget, amely jóval alatta marad a 60-100 cm termőrétegnél megadott határértéknek.

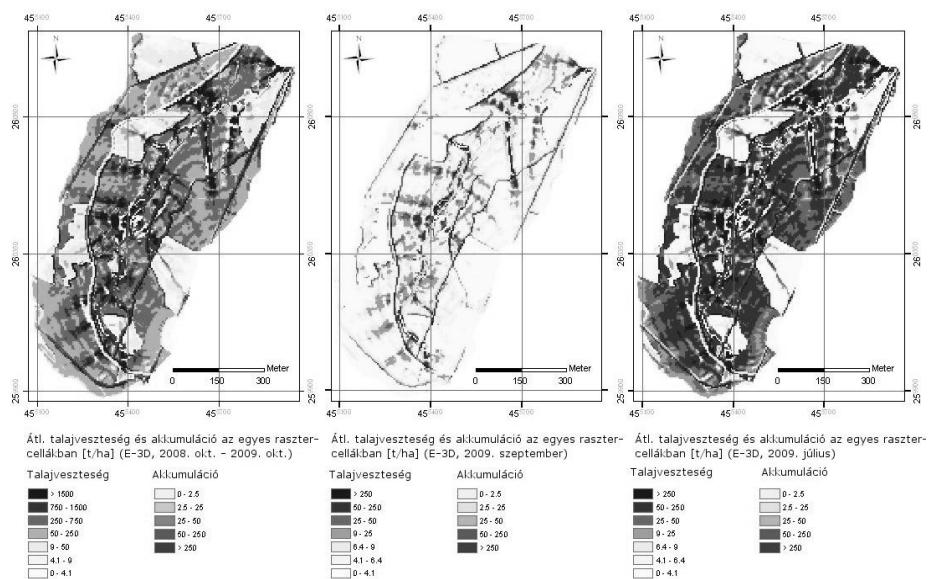
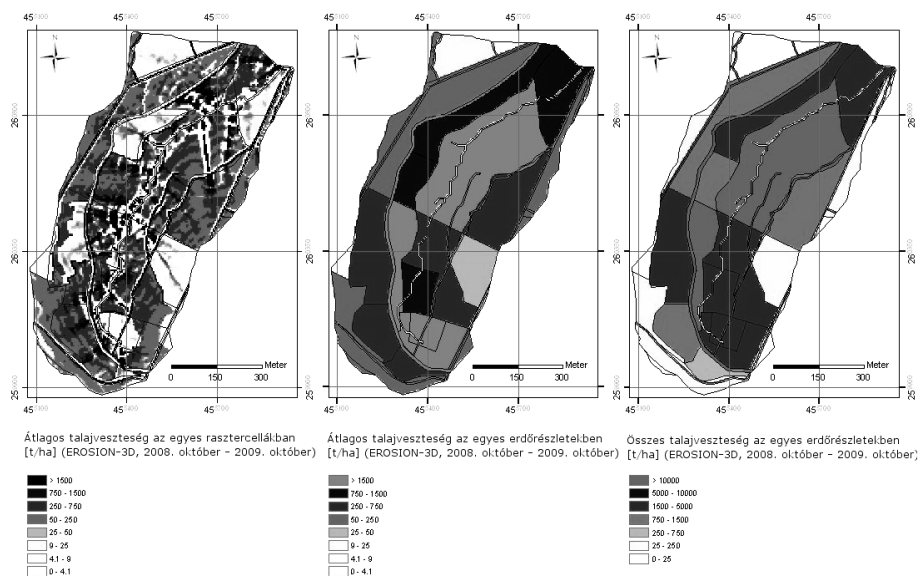
Az EROSION-3D-val 59,8 ha-os területre végeztem eseményalapú modellezést, majd az egyes erozív csapadékok hatását havi és éves szinten összegeztem. A fizikai modell mind az erózió, mind a lerakódás mennyiségét erősen felülbecsülte (3. ábra). A potenciálisan erózióveszélyeztetett területeket azonban következetesen mutatta ki az eseményalapú, a havi és az éves időfelbontásban is, tehát a legérzékenyebb részek elhelyezkedése nem változott (4. ábra).



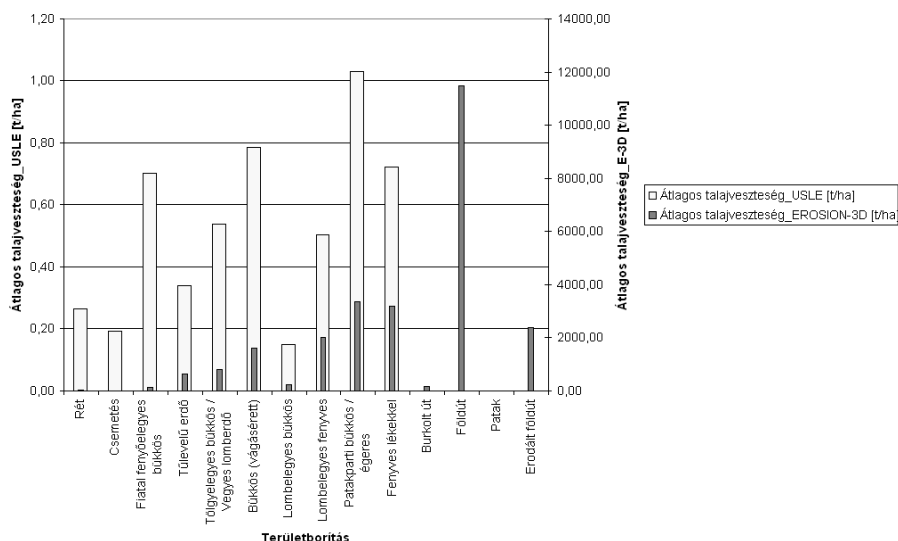
1. ábra Számítások az USLE-val: átlagos talajvesztés az egyes rasztercellákban, az egyes erdőrészteltekben és a teljes felületi eróziós talajvesztés az erdőrészteltek szintjén
Figure 1. Results with the USLE-model: average soil loss for each rastercells, each parts of forest and total amount of surface erosion in each parts of forest



2. ábra Számítások az USLE-val: az átlagos talajvesztés és a teljes felületi eróziós talajvesztés az egyes vegetációtípusok esetén
Figure 2. Results with the USLE-model: the average soil loss and the total amount of surface erosion at each type of vegetation

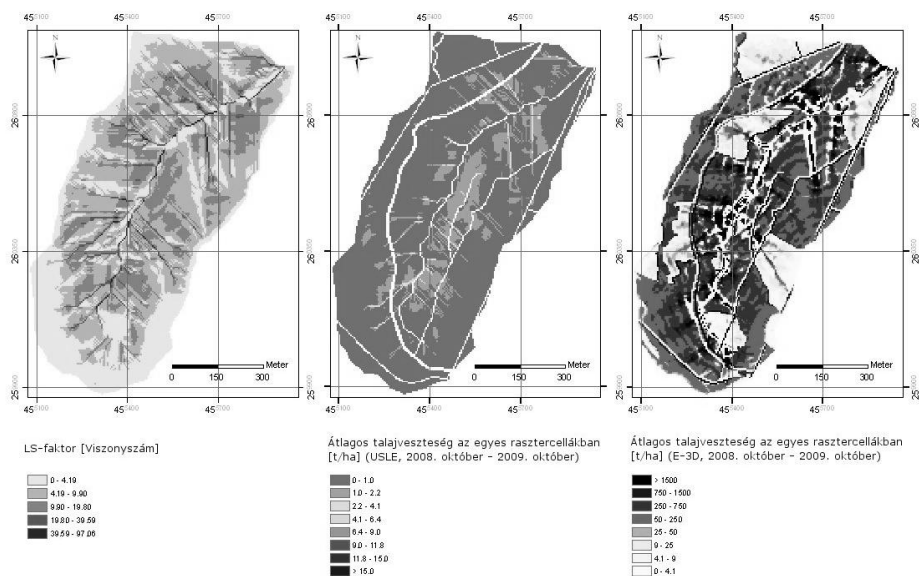


A két modell adta értékeket összehasonlítva a nagyságrendi különbség az átlagos fajlagos talajvesztésnél is szemléletes (5. ábra). Az egyes területborításoknál az EROSION-3D-vel kapott értékek tendenciájukban helyenként eltérnek az USLE eredményeitől, de az E-3D-nél is szembetűnő a patakparti vegetációk és a lékekkel tagolt fenyvesek területének eróziós veszélyeztetettsége. Az USLE az utak (lineáris) erózióját nem tudta becsülni. Az E-3D ugyanakkor kimutatta, hogy a földutakon következett be a legnagyobb mértékű átlagos talajvesztés.



5. ábra Az átlagos talajvesztesség az egyes területborítási osztályokban az USLE és az EROSION-3D szerint

Figure 5. The average soil loss at each type of land coverage after the models USLE and EROSION-3D



6. ábra A lejtőszög és a lejtőhossz kombinált hatása (LS-faktor) az átlagos fajlagos talajvesztésre
Figure 6. The combined effect of slope angle and slope length (LS factor) to the average specific soil loss

Megállapítható, hogy a Farkas-árok területén a lejtőhossz és a lejtőszög kombinált értéke, vagyis az LS-faktor gyakorolta a legnagyobb hatást az eróziós eseményekre (6. ábra), azonban nem minden nagy lejtőfaktorú területen kellett erózióvesztéssel számolni, amelyben nagy szerepe van a vegetációnak. A réteken és az újulaton például a magas LS-faktort jelentősen ellensúlyozta a sűrű lágyszárú aljnövényzet talajborítása és a feltalajt gazdagon átszövő gyökérzete. A legvesztélyeztetettebb területek az árkok, völgyek, burkolatlan közelítőutak és a meredek partfalak.

Megvitatás

Az USLE-val a felületi erózióra kapott mennyiségi és minőségi eredmények megfelelőek, habár az egyenlet tényezőit több pontatlanság terheli. Nem szabad elfelejteni, hogy az erdőterületi erózió legjelentősebb formáit, a tömegeteróziót, a közelítőutak vonalas erózióját és a medereróziót az Egyetemes Talajvesztési Egyenlet nem becsli, ezért a teljes eróziós talajvesztesség jóval meghaladhatja a 30,04 tonnát. Az EROSION-3D-vel végzett modellezésből csak a minőségi értékelés tekinthető megbízhatónak, a teljes talajvesztesség és a depozíció mennyisége annak ellenére is túlzottan felülbecsült, hogy a tömegeteróziót az E-3D sem veszi figyelembe. Az „Anyag és módszer” fejezetben bemutatott modellhiányosságokon túl a felülbecslés oka lehet még az is, hogy a hiányzó paramétereket a szársországi paraméterkatalógusból egészítettem ki, amely nem tartalmazza a lokális heterogenitásokat.

Csapadékadataink és az ebből származtatott értékek pontosságát befolyásolja, hogy csapadékmérő berendezéseink a vizsgálati terület súlypontjától 2 km-re helyezkednek el. A csapadékesemények lokális változékonysága miatt adataink nem biztos, hogy reprezentatívak a vízgyűjtő minden részére. Meg kell említeni még a mérőműszerek jellegéből adódó pontatlanságokat és az adathiányokat. A fűtött csapadékmérő a hó mennyiségét is mérte, azonban a hóolvadás tényleges erozivitását nem állt módunkban becsülni.

A töréslépcsők, hirtelen lejtőátmenetek, meredek partszakaszok és az úthálózat a felületi lefolyás irányát és sebességét megváltoztathatják, ezáltal az eróziós számítások elfogadhatóságát is jelentősen befolyásolják.

A modellek korlátaik ellenére hasznos segítséget nyújtanak a gazdálkodóknak, a potenciálisan erózióveszélyeztetett területek ismerete az erdészeti beavatkozások tervezésében fontos szerepet játszhat.

Köszönetnyilvánítás

Tanulmányom a Deutsche Bundesstiftung Umwelt, az ERFARET (GOP-1.1.2-08/1-2008-0004) és a TÁMOP 4.2.1/B-09/KONV-2010-006 jelű program anyagi támogatásával jött létre. Hálás köszönet illeti a Leibniz Universität Hannover, Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physische Geographie und Landschaftsökologie dolgozóit. Külön kiemelném Professor Dr. Thomas Mosimann, Dr. Jens Gross, Dr. Uwe Meer és Jan Bug Urakat. Köszönet a NyME-EMK, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet támogatásáért, főként Dr. Gribovszki Zoltán, Dr. Kalicz Péter és Brolly Gábor Uraknak.

Irodalom

- Bellér P. 1996: Meszezési kísérletek a Soproni-hegységben. Kutatási jelentés, Soproni Egyetem, Sopron.
- Centeri Cs. 2001: Az általános talajvesztesség becslési egyenlet (USLE) K tényezőjének vizsgálata. Ph.D. értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő. 103 p.
- Chang, M. 2006: Forest hydrology (An introduction to water and forests), Second Edition. Stephen F. Austin State University, Nacogdoches, Texas, U.S.A. Taylor and Francis, Boca Raton, p. 237–282.
- Csáfordi P., Kalicz P., Gribovszki Z., Kucsara M. 2009: A Brennbergi-tározó hordaléklerakódás-vizsgálata. Hidrológiai Közöny, 3: 33–37.
- Gordon, N. D.; McMahon, T. A.; Finlayson, B. L.; Gippel, C. J.; Nathan, R. J. 2004: Stream hydrology (An introduction for ecologists), Second Edition. John Wiley and Sons, Ltd., Chichester. p. 104–124., 169–200.
- Gribovszki Z. 2000: Erdősült kisvízgyűjtők vízfolyásainak hordalékszállítás, Vizsgálatok két soproni kisvízgyűjtőn. Ph.D. értekezés. NYME, Sopron. p. 4–104.

- IASTATE: Universal Soil Loss Equation. Iowa State University of Science and Technology. www.abe.iastate.edu/AST324/Lesson5USLE.ppt
- Kucsara M., Rácz J. 1991: Eróziós talajvesztesség vizsgálata erdőterületeken. Hidrológiai Tájékoztató, 31(1): 22–24.
- Lewis, J. 1998: Evaluating the impacts of logging activities on erosion and suspended sediment transport in the Caspar Creek watersheds. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, USDA. General Tech. Rep. PSW GTR-168: 55–69.
- Lisle, T. E., Napolitano, M. B. 1998: Effects of recent logging on the main channel of North Fork Caspar Creek. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, USDA. General Tech. Rep. PSW GTR-168: 81–85.
- Ma, J. 2001: Combining the USLE and GIS/ArcView for Soil Erosion Estimation in Fall Creek Watershed in Ithaca, New York, CSS620- Spatial Modeling and Analysis.
- Maidment, D. R. (ed.) 1993: Handbook of hydrology. McGraw-Hill, 12.1–12.61.
- Owens, P. N., Collins A. J. (eds.) 2006: Soil erosion and sediment redistribution in river catchments, Measurement, modelling and management. CAB International, NSRI Cranfield University. p. 1–50.
- Parameterkatalog Sachsen: 1–99.
- Rácz J. 1985: Erdővel borított lejtős területek ellenállása az erózióval szemben. A lejtős területek gazdaságos hasznosítása tudományos tanácskozás. Agrártudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gödöllő. p. 196–200.
- Risse, L. M., Nearing, M. A., Nicks, A. D., Laflen, J. M. 1993: Error assessment in the Universal Soil Loss Equation. Soil Science Society of America Journal, 57(3): 825–833.
- Salamon P. 1982: Erózió elleni küzdelem és környezetvédelem. Budapesti Műszaki Egyetem Mérnöki Továbbképző Intézet, Budapest. p. 121.
- Sauerborn, P. 1994: Die Erosivität der Niederschläge in Deutschland. Ein Beitrag zur quantitativen Prognose der Bodenerosion durch Wasser in Mitteleuropa. Bonner Bodenkundliche Abh. Institut für Bodenkunde, Bonn. p. 39.
- Schwertmann, U., Vogl, W., Kainz, M., Auerswald, K., Martin, W. 1987: Bodenerosion durch Wasser: Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. Eugen Ulmer GmbH and Co., Stuttgart. p. 9–54.
- Stumpf, F., Auerswald, K. 2006: Hochaufgelöste Erosionsprognosekarte von Bayern. Die Wasserwirtschaft, 96(7–8): 70–74.
- Surfleet, C. G., Ziemer, R. R. 1996: Effects of forest harvesting on large organic debris in coastal streams. Conference on coast redwood forest ecology and management, 18–20. June 1996, Arcata, CA, Berkeley, CA: University of California. p. 134–136.
- Thomas, R. B. 1985: Measuring suspended sediment in small mountain streams. USDA Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, General Technical Report PSW-83: 1–9.
- US EPA 2009: Water Models / Barton Springs Salamander – Meadow. US Environmental Protection Agency. www.epa.gov/oppefed1/models/water/bs_meadow.htm
- Von Werner, M. 2007: Erosion-3D Ver. 3.15. Benutzerhandbuch. GeoGnostics Software, Berlin. p. 1–69.

Abstract

EXAMINATION OF RISK OF EROSION WITH THE MODELS USLE AND EROSION-3D IN THE FORESTED SUBCATCHMENT OF SOPRON-HILLS

PÉTER CSÁFORDI

University of West-Hungary, Faculty of Forestry, Institute of Geomatics and Civil Engineering
H-9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4., Hungary, e-mail: csafordip@emk.nyme.hu

This paper examines the erosion-threatened areas of Farkas-Creek in the Sopron-Hills, where forestry interventions are constantly carried out. The examinations were conducted with the Universal Soil Loss Equation (USLE) and the EROSION-3D raster based physical erosion model for the interval between October 2008 and October 2009. The average yearly soil loss pro hectare has been calculated for each pixels (25 m² raster cells), each parts of forest and each vegetation types. The total amount of eroded soil has been evaluated for the parts of forest and vegetation categories. The results by the two models were compared with each other.

As the USLE showed soil loss by surface erosion didn't exceed the value of 2.2 t/ha/year either at parts of forest or vegetation types, i.e. it didn't exceed the limit value (4.1-9 t/ha/year) at 60-100 cm surface soil. Higher values appeared in some raster cells but only in the territory of gully erosion and steep stream wall. 30 t soil has been eroded by the surface erosion in the 56 ha area of Farkas-Creek in the reference interval. EROSION-3D overestimated the amount of erosion and deposition strongly, however the potential erosion-endangered areas have been also consequent given for erosive rainfall events, respectively for monthly and yearly resolution. The combined value of inclination and slope length, i.e. the LS factor has strongest influence to erosion considering the results of the two erosion models. The gullies, ditches, unpaved forestry roads and the steep stream walls are the most potential erosion-threatened territories. However model applications have limits and sub results are influenced by uncertainties.

A FELELŐS KÖRNYEZETI MAGATARTÁS MODELLJEI

CSISZÁR GYÖNGYI

Nyugat-magyarországi Egyetem, Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola
9400 Sopron, Bajcsy Zs. u. 4, e-mail: csiszargyongyi@gmail.com

Összefoglalás

A fenntartható fogyasztás egyik alapfeltétele a környezettudatos egyéni magatartás. *Környezeti tudaton* az egyén és a társadalom környezeti értékrendjét, a környezetről alkotott ismereteit és az adott kultúra esztétikai és morális elvei alapján a környezethez való hozzáállást értem. Az egyén akkor válik környezettudatossá, ha környezeti ismeretekkel rendelkezik és elhatározásai, döntései, cselekedetekben is képesek megnyilvánulni. A környezetbarát viselkedés és szemlélet hosszútávon a fenntarthatóságot biztosíthatja. A környezeti tudatosság öt legfontosabb komponense az ökológiai tudás, a környezeti értékek, a környezeti attitűdök, a cselekvési hajlandóság és a konkrét cselekvés. A korai modellek a tudás-attitűd-cselekvés hármásra építettek és nem vették figyelembe, hogy ezek nem vezethetők le egyértelműen egymásból. Ajzen és Fishbein a tudatos cselekvés modelljét alkották meg, mely értékelő és normatív hiedelmeken alapszik és az attitűd már befolyásolja a cselekvési szándékot és kialakítja a cselekvést magát. Ajzen modelljét továbbfejlesztette és kialakította a tervezett magatartás modelljét, amely már komplex összefüggésrendszerként határozza meg a környezeti magatartást. Hines figyelembe veszi a személyiségeket befolyásoló tényezőket, a környezeti problémák ismeretét, illetve különböző szituációs tényezőket és megalkotja a felelős környezeti magatartás modelljét. Később jórészt szintetizáló modelleket állítottak fel. Exponenciális növekedés jellemző a népesség, a termelés, a fogyasztás és a szennyezés tekintetében is, így a környezettudatos (fogyasztói) magatartás kialakítása halaszthatatlan feladat. A környezeti tudat kialakítását célzó programok elsősorban intézményi keretekben jelentek meg. Az ökomarketing egy viszonylag új tudomány – az 1970-es években jelent meg először – és vállalati gyakorlat egyben, mely nem más, mint a környezeti dimenzió megjelenése a marketingben. A pozitív motivációk, felelős marketing hangsúlyosabb elterjesztése a rövid távú célok között kell, hogy szerepeljen, hogy a környezettudatos magatartás jelenléte egyre reprezentatívabb legyen a társadalomban.

Kulcsszavak: attitűd, környezettudatosság, környezeti marketing

Bevezetés

A fenntartható életmód egyik alapfeltétele a környezettudatos egyéni magatartás. Az 1970-es évek elejétől szakemberek különböző modelleken keresztül próbálták definiálni mindezt. A tanulmány során az egyes modelleket kívánom bemutatni és fejlődésüket ismertetni, majd egy speciális ágára térek ki a gazdasági szektornak, ami épp a környezettudatos magatartásra építve lépett a piacra.

Környezeti tudat és tudatosság kérdése

A környezeti tudaton az egyén és a társadalom környezeti értékrendjét, a környezetről alkotott ismereteit és az adott kultúra esztétikai és morális elvei alapján a környezethez való hozzáállást értem. Maga a környezeti tudat segít, a környezeti károk kialakulásának megértésében, rádobbnak a veszélyek súlyosságára és cselekvésre motivál. Az egyén akkor válik környezettudatossá, ha környezeti ismeretekkel rendelkezik és elhatározásai, döntései, cselekedetekben is képesek megnyilvánulni. A környezetbarát viselkedés és szemlélet hosszútávon

a fenntarthatóságot biztosíthatja. Ennek segítségével lokális és globális szerveződések születnek, amelyek megpróbálják rendszerben kezelni a környezeti kihívásokat. A környezeti rendszerek dinamikus egyensúlyi állapotának megtartásához a szükséges a környezeti-gazdasági-társadalmi harmónia megteremtése.

A környezeti magatartás modelljei

Az 1970-es években jelennek meg az úgynevezett *korai modellek*. A környezeti magatartást először Dispo (1977), illetve Loundbury és Tournatsky (1977) vizsgálták. Kutatásaik alapjai megegyeznek, a környezeti magatartást a következőképpen modellezték: az ökológiai tudás szerintük azonos a környezeti ismerettel, ami meghatározza a környezettel kapcsolatos attitűdök kialakulását és ennek következménye a környezettudatos magatartás. Maga a modell meglehetősen leegyszerűsített, hiszen az egyén magatartása nem vezethető le csupán az ökológiai tudásból és az attitűdből.

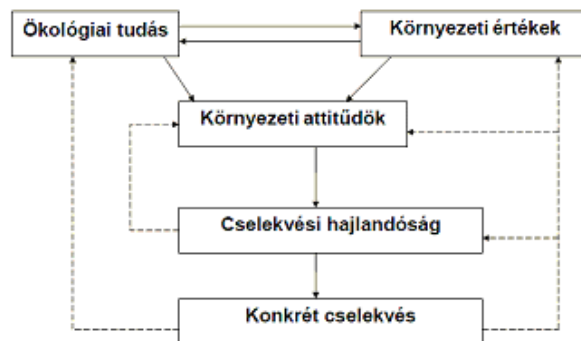
A nyolcvanas évek elején Ajzen és Fishbein (1980) megalkották a TORA-t – *Theory of Reasoned Action* – azaz az *átgondolt vagy tudatos cselekvés elméletét*. (Ez a modell hosszú ideig a szociálpszichológiai szakirodalom alapja volt.) Szerintük az attitűd a cselekvési szándékot befolyásolja és nem a magatartást közvetlenül. Ezenkívül hatással vannak a cselekvésre a társadalmi normák is. Magát az attitűdöt két tényező határozza meg: (1) az *értékelő hiedelem*, mely befolyásolja a cselekvést és (2) a *normatív hiedelem*, mely kialakítja az egyéni vagy szubjektív normát, majd a cselekvést. Összefüggérendszerként határoztak meg a hiedelmek, attitűdök, normák, cselekvési szándék és a cselekvés közt. Hiányossága, hogy az egyén részéről racionális cselekvést feltételezett ez a modell.

Ajzen tovább dolgozott korábbi elméletén (1985, 1991) és megalkotta a TPB – *Theory of Planned Theory* – azaz a *tervezett magatartás modelljét*. Kiegészítő elemként megjelenik nála az *irányító hiedelem*, mely meghatározza a magatartást, kialakul az *észlelt magatartásirányítás* (PBC – *Perceived Behavioral Control*), amelyet a következőképp mutatott be: az értékelő hiedelem kialakítja az attitűdöt, a normatív hiedelem a szubjektív normát és ezek eredményezik a PBC-t. A cselekvés szándékát azonban ez az elmélet nem vizsgálja.

Hines, Hungerford és Tomera (1986) a *felelős környezeti magatartás modelljét* dolgozták ki. Az eddigi modelleket kiegészítő elemek náluk: az egyéni felelősségtudat, a cselekvési képességek, ismeretek és a szituációs tényezők szerepe. Lényegesnek tartják a környezeti problémák ismeretét, bár nem vizsgálják ezeknek az attitűdre gyakorolt hatását. Figyelembe veszik a szituációs tényezőket (gazdasági korlátokat, társadalmi nyomást, különböző cselekvési módok közti választás lehetőségét, bevált régi szokások, magatartással járó áldozat mértékét, infrastruktúra hiányát), melyek a konkrét cselekvési helyzeteket befolyásolhatják.

A XXI. század két kutatója Kollmuss és Agyerman (2002) megalkották a környezettudatos magatartás *szintetizáló modelljét*. Elkülönítenek külső (intézményi, gazdasági, társadalmi és kulturális, illetve politikai) és belső tényezőket (motiváció, környezeti tudás, értékek, szokások, attitűdök, érzelmi kötődés, észlelt magatartásirányítás, felelősség vállalás), illetve demográfiai összetevőket (nem, életkor, képzettség, jövedelem, mobilitás, foglalkozás, családi állapot, lakóhely, lakáshelyzet, kiadások).

A környezeti tudatosság öt fő komponense, melyek egymással kölcsönös függésben állnak. Nemcsicsné Dr. Zsóka Ágnesnek egy leegyszerűsített, azonban mégis komplexnek mondható modelljében tekinthetjük meg (1. ábra).



1. ábra A környezeti tudatosság öt komponense (Nemcsicsné Zsóka, 2010)

- (1) Az *ökológiai tudás* alatt a tényszerű ökológiai ismereteket érti, melyek befolyásolják a környezeti értékeket, a környezeti attitűdöt és a cselekvési hajlandóságot.
- (2) *Környezeti értékek* alatt a tartós, a személyiség legmélyebben beágyazódott meggyőződéseit érti.
- (3) *Környezeti attitűdök* a konkrét szituációra és objektumra vonatkozik, és van tárgyuk, irányuk, fokuk, intenzitásuk, relevanciájuk és tanulhatók.
- (4) A *cselekvési hajlandóság* elkötelezettségünk kinyilvánítása, egy magatartási tendencia.
- (5) A *tényleges cselekvés* egy adott eset aktuális megvalósítása.

A bemutatott modellek eleinte egyes tényezőkre koncentráltak, majd a szintetizáló modellek azok, amik megpróbálják definiálni a környezeti magatartást és környezeti tudatosságot.

A környezeti attitűd és a gazdasági szektor kapcsolódási lehetősége

A gazdasági szektor a XXI. század legnagyobb hatással bíró társadalomformáló tényezője, és amennyiben céljukká válik, hogy a környezeti magatartás formálását közvetítsék, úgy jelentős változások várhatóak az egyének viselkedésmódjában. A marketingkommunikációnak nagy lehetősége és felelőssége van a tanításban, nevelésben. A televízió reklámoktól a használati utasításig, felhasználhatók a különböző kommunikációs eszközök az ismeretek átadására és a beállítódások módosítására. Mind többen ismerik fel, hogy a régi emberi értékek (humanizmus, a közösség megbecsülése, a szabadság, a szeretet, a béke, a segítségnyújtás, a megértés stb.) hiányoznak napi életünkben. Ez a fajta világlép kialakítása viszont az üzleti világtól, a gazdasági élet szereplőitől is másfajta gondolkodást, az önmérsékelt erősödését, a társadalmi felelősségvállalás szükségességét igényli. Az innováció a marketingben tehát elsősorban nem csak az információs és kommunikációs technológia által biztosított új feltételek üzleti szempontokból való kihasználást jelenti, hanem a marketingfilozófia újragondolását.

A környezeti attitűd kialakítás egy többtényezős feladat, a gazdaság szektor az üzleti kommunikációban, a termékek előállításában és piacra bocsátásában mutathat példát. Ezen termékeket már ökojelekkel és védjelekkel is elláthatják, amennyiben megfelelnek a kritériumoknak, hogy segíthessék választásunkat.

Ökomarketing

Maga az ökomarketing vagy környezeti marketing még akkora múltra sem tekint vissza, mint a környezeti magatartás modellezése. Eleinte a környezetbarát termékek marketingjét jelentette a fogalom, míg napjainkban már egy komplex irányítási stratégia elemévé vált. Fontos kiemelni, hogy a környezeti szemlélet terjedésének és terjesztésének elsősorban anyagi haszna van a gazdasági szférában, amely rövidesen versenyelőnyre is válhat számos szektorban.

Elsőként Georg Fisk (1974) amerikai professzor a marketing társadalomra és természetre gyakorolt hatásait elemezte és az ipari országok növekvő fogyasztását tekintette a környezeti válság

(nála a kimerülő természeti erőforrásokat jelentette) fő okozójának. A környezetterhelést input problémának tekintette és nem foglalkozott még a társadalmi és politikai felelősségvállalással.

A következő megemlíthető személy Johannes Burghold (1988) német professzor, aki a környezeti irányultságú vagy környezetbarát marketinggel foglalkozott. Elméletében már több faktort vett figyelembe, mint például a környezeti terhelést, az állami környezetpolitikát, a felhasználókat és az üzleti szervezeteket, piacokat befolyásoló tényezőket is meghatározta és differenciált megközelítést javasolt. Megkülönböztetett az ökomarketingben: (1) anyagi-energetikai és (2) társadalmi-gazdasági sikot.

Ken Peattie (1995) *Zöld marketing és Környezeti marketing menedzsment* könyve rövid idő alatt tankönyvvé vált Nagy-Britanniában. Elméletének újdonsága, hogy az ökomarketinget már nem csak vállalatirányítási stratégiaként kezeli, hanem felhívja a figyelmet, hogy egyéb szervezetekbe is átültethető. A környezeti válság leküzdéséhez környezeti tudatot fejlesztő elméletek és programok terjesztését is szükségesnek tartja. Holisztikus menedzsment eljárást alakít ki, ami a fogyasztók és a társadalom szükségleteinek azonosítására, előrejelzésére és fenntarthatóságára irányul. Megkülönböztetett környezetterhelő és környezetbarát fogyasztói magatartást.

Végezetül Frank-Martin Belznek (2001) svájci professzor *Integratív ökomarketing* című könyvének legfőbb újdonságait emelném ki. A címben szereplő fogalom alatt egyszerre érti az ökológia marketingjét és egy transzformatív marketinget. A környezeti hatásokat Belznek átfogóan kezeli, egyaránt foglalkozik az input és output folyamatokkal, a nyersanyag és energiafelhasználással, az emisszió kibocsátással és a hulladékkezeléssel.

A fenntartható fejlődés fenntartható marketinget igényel, amely figyelembe veszi a környezeti tényezőnkön kívül a gazdasági és szociális szempontokat is. Mindezek képviselője egy modern ökomarketing hozzáállás lenne. A környezeti tudatosság beépülése a vállalati stratégiák alkalmazkodási és tanulási folyamatának tekinthető. A mai problémák a holnapi versenypiac fő területei lehetnek, azonban ezen folyamatok gyorsasága még bizonytalan.

A marketing alapjait Jerome McCarthy 1960-ban határozta meg alapelvében, a 4P – *product, price, place, promotion* – azaz a marketing mix fogalmában. A 4P koncepciója a termelői, eladói oldalról közelítették meg a marketing lényegét, a jelenlegi gazdasági környezetben már nem alkalmazható ez a koncepció. Párhuzamosan a 4P mellett a XXI. században megjelent a 4C fogalma – *customer value, cost, convenience, communication* –, amely a vevőre koncentrált már.

Az új gazdaság működésének kiteljesedése, az új marketingstratégiák terjedése azonban egy új, egyre dominánsabb fogyasztói felfogás térhódítását is magával hozta. A fogyasztók egyre nagyobb része válik szociálisan érzékennyé és utasítják el a környezet mértéktelen kihasználását. Új társadalmi értékek jelennek meg és ez marketing alapjait is meghatározza. Az új rövidítés a 4E – *environment, education, empathy, ethics* – mely merőben eltér az eddigi gyakorlattól.

- Environment - a természeti környezet iránti érzékenység, a természet megóvása.
- Education - a nevelés, oktatás, képzés szerepének, fontosságának felismerése, élethosszig tartó tanulás.
- Empathy - a társadalom más tagjaival való együttérzés, megértés.
- Ethics - az erkölcsi értékek visszaállítása, erősítése.



2. ábra Az Európai Unió díjköteles ökocímkéje és a magyar Környezetbarát Termék védjegy

A környezetkontrollig, mely szorosan összekapcsolódik a 4E marketing stratégiával, a vállalat felső vezetését segíti a kitűzött környezetvédelmi célok elérésében. Az ököcímke a környezettudatos terméktervezést és termékpolitikát tükrözi. A világon először 1977-ben alkalmazták az ököcímket, 1992-ben hozta létre az EU a saját rendszerét. 1980/2000/EK számú rendelet az ököcímkezt a termék-orientált környezeti politika egyik legfontosabb gyakorlati eszközének tekinti. Ezen termékek előállítása és vásárlásra ösztönzése egy apró, de lényeges lépés, a környezettudatos magatartás motiválására (2. ábra).

Összefoglalás

Maga a társadalom szerves része a rombolásnak, a környezeti problémáknak, de egyre dominánsabban jelenik meg az igény, ami már a helyreállításra irányul. A környezeti magatartás vagy a környezeti attitűd, mint alapfogalmak jelennek meg a fenntartható életmód kialakításakor. Számos kezdeményezés látható a témában – KEOP, ökojelölések, intézményi környezeti nevelés stb. – amelyek az egyén környezeti beállítódását kívánják formálni. A XXI. század emberének feladata és felelőssége, hogy rugalmasabban, akár a saját igényeiről is lemondva a természetet, a környezetet megbecsülve folytassa életvitelét.

Irodalom

- Ajzen, I. 1991: The theory of planned behavior. *Organisational Behavior and Human Decision Processes*, 50: 179–211.
- Ajzen, I., Fishbein M. 1980: *Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall.
- Ajzen, I. 2002: Perceived Behavioral Control, Self-Efficacy, Locus of Control, and the Theory of Planned Behavior. *Journal of Applied Social Psychology*, 32: 665–683.
- Courtenay-Hall, P., Rogers, L. 2002: Gaps in Mind: problems in environmental knowledge behaviour modelling research. *Environmental Education Research*, 8(3): 283–297.
- Csepeli Gy. 1986: Bevezetés a szociálpszichológiába (ELTE), Tankönyvkiadó, Budapest.
- Csutora M., Kuti I. 2001: Vállalati környezetirányítás. CD, tananyag.
- Dispoto, R.G. 1977: Interrelationships Among Measures of Environmental Activity, Emotionality and Knowledge. *Educational and Psychological Measurement*, 37: 451–459.
- Fisk, G. 1974: *Marketing and the Ecological Crisis*. Harper & Row, New York.
- Gaal B. 2004: A közösségi marketing nemzetközi gyakorlata. *Gazdálkodás* 48(3): 76–83.
- Hines, J.M., Hungerford, H.M., Tomera, A.N. 1986: Analysis and synthesis of research on responsible pro-environmental behavior: a meta-analysis. *The Journal of Environmental Education*, 18(2): 1–8.
- Kollmuss, A., Agyeman, J. 2002: Mind the Gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behaviour? *Environmental Education Research*, 8(3): 239–260.
- Kovács A. 1999: Környezeti marketing. *Marketing & Management* 1: 47–51.
- Loundsbury, J.W., Tournatsky, L.G. 1977: A Scale for Assessing Attitudes toward Environmental Quality. *Journal of Social Psychology*, 101: 299–305.
- Nemcsicsné Zsóka Á. 2010: A fenntartható fogyasztás egyik alapfeltétele: a környezettudatos egyéni magatartás. (2010. 06. 25.) www.tve.hu/attachment/file/18/eloadas_Nemcsicsne_kornytudatos_magatartas.pdf
- Németh P. 1999: Ökomarketing a 21. század küszöbén. 1.-2. rész. *Marketing & Management* 1: 41–46; 2: 23–28.
- Peattie, K. 1995: *Environmental Marketing Management. Meeting the Green Challenge*, London.
- Szolnoki Gyözőné Karkus M. 1999: *A zöldmarketing és gazdasági környezete*. Osiris Kiadó, Budapest.

Valkó L. 2003: Fenntartható/környezetbarát fogyasztás és a magyar lakosság környezeti tudata. Aula Kiadó és Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem, Budapest, Magyarország.

Abstract

THE MODELS OF THE RESPONSIBLE ENVIRONMENTAL BEHAVIOURAL

GYÖNGYI CSISZÁR

West-Hungarian University, Pál Kitaibel Doctoral School of Environmental Sciences
H-9400 Sopron, Bajcsy Zs. u. 4, Hungary, e-mail: csiszargyongyi@gmail.com

One of the basic issues of the sustainable development is the environmental conscious individual behavior. The individual become environmental conscious if he or she has environmental knowledge and it is manifesting in real actions. The environmental behavior and approach can ensure the sustainability in long terms. In the first part of my essay I have presented the main models of the responsible environmental behavior: (1) the early models from Dispoto, Loundbury and Tournatsky; (2) The Theory of Reasoned Action from Ajzen and Fisbein; (3) The Theory of Planned behavior from Ajzen; (4) The Responsible Environmental Behavior from Hines, Hugerford and Tomera and (5) a synthesizing model from Kollmuss and Agyemann. In the second part I am demonstrating a specific approach when and how the industry can use the environmental behavior to get some benefit from it (economical and/or environmental too). The eco-marketing is a relatively new science and it builds into the environmental conscious behavior.

ZÖLD GAZDASÁG TERÜLETI DIMENZIÓI

DURAY BALÁZS

MTA Regionális Kutatások Központja Alföldi Tudományos Intézet
5600 Békéscsaba, Szabó D. u. 42., e-mail: durayb@rkk.hu

A cikk egy folyamatban lévő – a zöld gazdaság, mint új globális fejlesztéspolitikai paradigma területi vonatkozásait elemző – kutatás részeredményeit kívánja bemutatni. A zöld gazdaság területi (regionális) vonatkozásainak (dimenzióinak) elemzésekor alapvetően a fenntarthatóság szemléleti körből kiinduló, klímavédelmi (mitigációs és adaptációs) stratégiai cselekvési logika mentén vizsgáljuk a gazdaságfejlesztés területi vonatkozásait. A zöld gazdaság valójában a gazdaság „zöld” ágazatfejlesztési folyamatain keresztül történő „kizöldítése”, a fenntartható ipar és a kapcsolódó vállalkozói környezet ösztönzésével a gazdaság élénkítése, új munkahelyek teremtése és az ipar környezetromboló hatásainak minimalizálása, egy olyan alacsony környezetterhelésű gazdaság kiépítése, ami a munkahelyek megteremtése mellett biztosítja az ökoszisztéma hosszú távú működését. A hazai zöld gazdaságot kialakítani szándékozó törekvések területi szempontú vonatkozásainak vizsgálata a zöld szektorokon keresztül valósul meg (takarékos építőipar, megújuló energiagazdálkodás, fenntartható közlekedés és mezőgazdaság, vízgazdálkodás, környezeti infrastruktúra), ugyanakkor a fentiek alapján, a területfejlesztés (szektorális) horizontális természetéből adódóan a folyamatok együttes szintézise integrált szemléletben történik. E szemlélet értelemben, az integrált területfejlesztés átfogó célja a biológiai sokféleség védelme, az agrárgazdaság, a vidéki gazdaságok fejlesztése, valamint a szociálpolitika szempontjainak együttes figyelembe vétele, továbbá a természeti- és kulturális (hagyományos) lehetőségek kihasználása, annak érdekében, hogy a vidék megtartó ereje, ezáltal a foglalkoztatás növekedjék és a helyi környezeti szempontokat is kielégítő gazdaság jöjjön létre (ökológiai agráripár). Mindezeket összhangba kell hozni a megújuló energiák elterjesztését, az agrárium fejlődését és a természeti, kulturális értékek védelmét célzó ágazatpolitikai intézkedésekkel. A közösségi területfejlesztési politika egyik markáns célja a helyi, térségi adottságok (potenciálok) mind hatékonyabb kiaknázásával a területi kohézió megvalósítása. A területi dimenziók ebben az értelemben: a térségi versenyképesség; fenntartható térségfejlődés; és az európai térbe való integrálódás. E gondolatokról mentén kerül bemutatásra, hogy Magyarországon a gazdaság „zöldítése” milyen térfolyamatokban nyilvánul meg és ez milyen hatással lehet bizonyos térségek társadalmi és ökológiai stabilitására.

Kulcsszavak: környezetvédelem, területfejlesztés, területhasználat, fenntartható fejlődés, vidékfejlesztés

Bevezetés

A zöld gazdaság fogalmi keretei

A 19. század közepétől datálható ipari átalakulás és az általa indukált, folyamatos növekedésen és expanzió alapuló gazdasági fejlődés mára olyan mértékű környezetterheléssel jár, amely meghaladja az ökoszisztéma teherbíró képességét. Mivel a probléma oka a gazdaság működésének mai (neoliberális) jellegéből ered, a megoldást is a gazdaság működésének átalakításában látják a szakemberek.

A zöld gazdaság (*green economy* a továbbiakban ZG) elméleti alapjait jelentő *ökológiai közgazdaságtan* célja, hogy összhangba hozza a gazdasági folyamatokat a természeti folyamatokkal úgy, hogy a gazdasági folyamatokat az ökoszisztémák körforgásaiba épülően tervezi meg, ezzel a legkevesebb kárt okozva (*circular economy*, *biomimicri*). Nem összekeverendő az

környezetgazdaságtannal (*enviornmental economics*), amely a természeti elemeket erőforrásként kezeli és elemzi.

A ZG-ra való áttérés elsődleges célja (az ökológiai gazdaságtani elméletekből kiindulva) az emberi tevékenységek természeti ökoszisztémára ható folyamatainak, ágazati megközelítésben pedig, a különböző gazdasági tevékenységeknek a klímaváltozásra, azaz a globális felmelegedésre gyakorolt hatásainak a csökkentése.

A ZG, mint elmélet megszületése abból a felismerésből fakad, hogy a kevésbé környezetkárosító technológiákra és folyamatokra való (immár bizonyítottan szükséges) átállás a gazdaság jelenlegi működési mechanizmusai miatt a piaci szereplők számára nem (vagy csak korlátozott mértékben) jelent gazdasági előnyt, és ezért a kormányzatoknak és egyéb nem piaci szervezeteknek kell beavatkozniuk és forrást biztosítaniuk ahhoz, hogy egy, az ökoszisztéma teherbíró képességét meg nem haladó gazdasági rendszer alakulhasson ki.

A ZG fogalom ellentéte a hagyományos fekete (*black*) ökonómiai modellnek, amely a fosszilis energiákra épül (szén, olaj). Makrogazdasági szinten ezt a folyamatot intézményi (bürokratikus) (környezet)politikai megfontolások idézik elő, mint például az EU különböző környezetvédelemmel kapcsolatos szabályozásai (a gépjárművek kibocsátás-szabályozása, EURO 4, 5 motorok forgalomba hozatala vagy a 2008-as, úgynevezett triplahuszas szabályozás⁶). Mikroökonómiai (vállalati) „zöldítési” folyamatok a szabályozó-, illetve szabványrendszerek segítségével, valamint hatékonysági megfontolások alapján történnek (pl. ISO 140001, EMAS). A ZG megvalósításának egy fontos eleme annak elismerése, hogy a környezeti tényezők önmagukban is, nem csak, mint termelési tényezők képviselnek értéket, és ezt az „önmagában vett” (intrinsic) értéket kell megjeleníteni a környezeti tényezők „beárazásával”. A környezeti tényezők pénzbeli értékének megállapításával meghatározhatók a szennyezés és károkozás mértékének megfelelő adók, így a szennyező vállalatoknak szorosabb érdeke fűződik a természeti károkozás minimalizálására. A környezeti károk helyreállítása ugyanakkor bevételi forráshoz juttathat más vállalatokat.

Zöld gazdaság területi dimenziói

A zöld gazdaság területi (regionális) vonatkozásainak (dimenzióinak) elemzésekor alapvetően a fenntarthatóság szemléleti körből kiinduló, klímavédelmi (mitigációs és adaptációs) stratégiai cselekvési logika mentén vizsgáljuk a gazdaságfejlesztés területi vonatkozásait.

A zöld gazdaság valójában a gazdaság „zöld” ágazatfejlesztési folyamatainak keresztül történő „kizöldítése”, a fenntartható ipar és a kapcsolódó vállalkozói környezet ösztönzésével a gazdaság élénkítése, új munkahelyek teremtése és az ipar környezetromboló hatásainak minimalizálása, egy olyan alacsony környezetterhelésű gazdaság kiépítése, ami a munkahelyek megteremtése mellett biztosítja az ökoszisztéma hosszú távú működését.

A hazai zöld gazdaságot kialakítani szándékozó törekvések területi szempontú vonatkozásainak vizsgálata a zöld szektorokon keresztül valósul meg (takarékos építőipar, megújuló energiagazdálkodás, fenntartható közlekedés és mezőgazdaság, vízgazdálkodás, környezeti infrastruktúra), ugyanakkor a fentiek alapján, a területfejlesztés (szektorális) horizontális természetéből adódóan a folyamatok együttes szintézise integrált szemléletben történik.

E szemlélet értelemben, az integrált területfejlesztés átfogó célja a biológiai sokféleség védelme, az agrárgazdaság, a vidéki gazdaságok fejlesztése, valamint a szociálpolitika szempontjainak együttes figyelembe vétele, továbbá a természeti- és kulturális (hagyományos) lehetőségek kihasználása, annak érdekében, hogy a vidék megtartó ereje, ezáltal a foglalkoztatás növekedjék és a helyi környezeti szempontokat is kielégítő gazdaság jöjjön létre (ökológiai

⁶ 2020-ra az EU 20%-ra növeli a megújuló energia használatot, 20%-kal növeli az energiahatékonyságot, 5%-ra növeli a bioüzemanyagok arányát

agráripár).⁷ Mindezeket összhangba kell hozni a megújuló energiák elterjesztését, az agrárium fejlődését és a természeti, kulturális értékek védelmét célzó ágazatpolitikai intézkedésekkel.

A Területi Agenda, területi kohézió egyik markáns célja (...) a helyi, térségi adottságok (potenciálok) mind hatékonyabb kiaknázásával a területi kohézió megvalósítása. A területi dimenziók ebben az értelemben: a térségi versenyképesség; fenntartható térségfejlődés; és az európai térbe való integrálódás.

Kihívások és lehetőségek a zöldszektorokban

Az ágazatközi (tér) folyamatok jobb megértéséhez, először a környezet- és gazdaságpolitika ágazati szintű összefüggéseit szükséges feltárnunk. Elsődleges cél az ún. „zöldszektorok” térfolyamatainak bemutatásán keresztül elemezni és értékelni a legfontosabb hatásfolyamatokat. Az ágazati szakpolitikák területi szempontú összehangolása az ország egyes térségeinek sajátosságaihoz igazodó ágazatok közti szinergiák kiaknázását jelenti.

Energiagazdálkodás

Az energiaszektor a „gazdaság zöldítésének” egyik legfontosabb területe. Területi megközelítésben lényeges kérdést vet fel az alábbi példa: az energianövényekből (alacsony energiasűrűséggel) előállított megújuló energia részarányának növelése egyben számottevő területigény növekedést is előidéz, ráadásul legtöbbször az élelmiszeralapanyag-termelő területek rovására. Az energianövényekkel szemben a szélerőművek nem foglalják el a helyet a mezőgazdálkodás elől, ellene egyedül tájképi megfontolások jöhetnek szóba. Habár szélenergia előállítására alkalmas helyek száma korlátozott, azért egyértelmű e területek jövőbeni növekedése. A térségek ilyen jellegű versenyében elsősorban a társadalmi értékeknek és haszonnak kell dominálnia. Az energiaszektor „zöldítésének” perspektívái a fogyasztás, árképzés és építőipar területeken nyilvánulnak meg.

A (lakossági, ipari) energiafelhasználás trendjei regionális különbségeket mutatnak (pl. Dunántúl vs. Tiszántúl). E különbségek okai szerteágazók. Például a jövedelem nagyságától függ a lakosság utazási szokásai (pl. vonat vagy repülő), a komfortfokozat mértéke (pl. légkondicionálás, „stand-by berendezések”), az alkalmazott technológia foka (energiahatékonyság), a szabályok betartása, viselkedési normák, attitűd és társadalmi szokások (pl. önkéntes CO₂-kvóta bevallás). Az energia ára nagyban függ az olaj világpiaci árától, az adók és illetékek mértékétől. A klímapolitika célja a drasztikus emisszió-csökkentés, miközben a szén ára – a fosszilis felváltó megújuló energiaforrásra való átállás ösztönzése miatt – növekszik (Stern 2006). Az árszabályozás közvetlenül ösztönzi a kis energiafogyasztású közlekedési módok használatát (pl. kerékpár). Az (építő)ipar az összes energiafogyasztás 40%-t és – az építési tevékenység során – további CO₂-kibocsátást jelent. Új épületek technológiai innováció során járulhatnak hozzá a legjelentősebben a CO₂ kibocsátás csökkentéséhez. A meglévő lakásállomány CO₂-kibocsátásának és energiafelhasználásának csökkentése új anyagok (hőszigetelés, „egynapos” energiaraktározás), olcsóbb hő pumpák, hatékonyabb motorok és elektronika, valamint kontroll technológia használatával történhet. Minél hatékonyabb az energiafelhasználás, annál kevesebbet kell költeni – drága fosszilis forrást felhasználó - energia-előállításra. Mivel a megújulóknak relatíve nagy a területigényük (kW/km²), ezért az energiaraktározás lehetősége a területmegőrzés szempontjából az egyik legfontosabb kérdés.

⁷új agrárgazdasági szerkezet, amelyben oldásra kerül a szántóföldi túlsúly, kialakul az ökológiai tájgazdálkodás, és nagyon erős élelmiszer feldolgozó ipari háttér alakul ki.

Vízgazdálkodás

A klímamodellek szerint 2021 és 2040 közötti időszakban a klímaváltozás hazánkban átlag 1,2 °C-os hőmérséklet-növekedéssel fog járni, ami minden évszakot érint. Területileg az Alföldön ez nagyobb, mint a Dunántúlon. Bár a regionális modellek nem szignifikánsak, azért a szárazodási tendencia mégis kirajzolódik belőlük. Az ipart és a mezőgazdaságot is jobban érintő jelenség viszont a szélsőséges időjárási jelenségek gyakorisága (viharok, nagy esőzések, forró napok száma). A modellekből az is megállapítható, hogy a csapadék intenzitása növekedni fog, tehát a „nagycsapadékos jelenségek (zivatar, vihar) száma várhatóan nő, a „kis csapadékkal járó jelenségek” ritkulnak. Mindebből az árvízi kockázatok növekedése (zöld ár), valamint a nyári időszak aszályossága és a talajvízszint csökkenése következik (ez utóbbi főként az Alföldön).

Mindezekon túl az éghajlatváltozás következtében megváltoznak a csapadékvíz-képződés és lefolyási viszonyok, amely a műszaki infrastruktúrát (pl. szennyvíz- és csapadékvíz-elvezetés), illetve a kapcsolódó agrártevékenységeket érintik a legdrasztikusabban. Összességében csökkenhet a talajvízkészlet, ezáltal veszélybe kerül nagyvárosok, illetve régiók vízellátása (Homokhátság).

A növekvő népességnek nagyobb kapacitású ellátórendszeren lehet nyújtani az egészséges ivóvizet, amely egyrészt drágább technológiát (vízvezeték-hálózat, víztározók), másrészt új vízgazdálkodási feladatokat (árképzés, mérés, monitoring) is jelent. Miután a vízhasználat piaci eszközökkel szabályozható, a szükséglet befolyásolható, mindemellett megfelelő eszközökkel hatni lehet a fogyasztással összefüggő viselkedési mintákra és attitűdökre is. Ezzel hosszú távon a vízkészlet értéke sokkal pontosabban meghatározható.

A különböző társadalmi tevékenységek vízellátásban és vízminőségben játszott szerepének az elkövetkezendő időszakban sokkal nagyobb figyelmet kell érdemelnie: a Víz Keretirányelv továbbmegy a pusztán kémiai minőségével leírható víztestek értékelési rendszerén, egy sokkal komplexebb minőségi mutatórendszert alakít ki. Egyértelmű, hogy a városiasodás és a mezőgazdálkodás közvetlenül befolyásolja a felszín alatti vizek minőségét. Ma már csak stratégiai szemléletben készül, környezetileg érzékeny árképzéssel, integrált vízgyűjtő-gazdálkodási tervezéssel lehet optimális vízminőséget és -ellátást megvalósítani. A vízgazdálkodás „zöldítési” folyamata a vízfelhasználás és árvíz-szabályozás tevékenységeken keresztül valósul meg.

A tercier szektor bővülésével csökkenő vízfelhasználási trendek alakulnak ki (lakossági, energiatermelés, öntözés; „vízlábnym” stb.), ez is egyik oka lehet a regionális különbségeknek (pl. országos csökkenés Dunántúl vs. Tiszaántúl), mint ahogyan a rendelkezésre álló vízkészlet területi különbségeiből adódó problémák is mérhetők (beszivárgás, párolgás, elfolyás). Az Élőhely Direktíva előíranyozza a védett területeken a vízkivétel-csökkentést, miközben bizonyos helyeken túlngedélyezés történik (NATURA 2000, Víz Keretirányelv). A különböző területhasználatok és a felszínborítás típusa is közvetlenül hatnak a lefolyásra, a beszivárgásra (ld: belvíz, árvíz, városi terek, beépítés módja stb.), ezáltal befolyásolva a felszíni víztestek mennyiségét (ld: öntözés). Az EU fürdővizekre, városi szennyvízkezelésre vonatkozó irányelvei, például a nitrát direktíva, alapvetően meghatározzák a minőségi követelményeket. A Víz Keretirányelv megszünteti a kémiai indikátort, helyette a „jó ökológiai állapot” elérését használja. A talajvíz minőségi romlását közvetlenül okozza a mezőgazdasági intenzifikáció (nitrát, foszfor), illetve az ipar és az ember területhasználata.

A klímaváltozásért felelős, éppen ezért az alacsony szénkibocsátású gazdaságra áttérő termelési tevékenység egyik legtöbbször felmerülő problémája és egyben területi dimenziója is az árvizek mértékének csökkentése. Az árvízvédelem (áttételesen) egyben a biodiverzitás megőrzése, az épített és kulturális értékek (tájak, építmények stb.) védelme is. Mindez, a turisztikai és szabadidős tevékenységek felértékelődésével, fokozottan előtérbe fog kerülni. A különböző gazdálkodási és társadalmi tevékenységek tájban történő elhelyezésétől történő árvízi kockázat csökkentése intenzív kutatásokat igényel. Az integrált területi elemzések egyik kiemelt területe kell lennie az árvízi kockázatok becslésének, illetve a különböző területhasználatokkal való interakciók vizsgálatának. Mindezzel a kockázatok és a felmerült költségek csökkentése az elsődleges feladat. Piaci szabályozó eszközökkel kell ösztönözni a helyes gyakorlatot. Az árvízvédelmi kockázatokkal

és a hosszú távú védekezési költségekkel minden esetben számolni kell az árterületeken történő beruházásoknál.

Agrárium

Ahhoz, hogy hazánk élelmiszerellátásban lefedje a lakosság szükségleteit, stratégiai megfontolásokból is, ki kell jelölni a legkiválóbb adottságú termőterületeket, ahol bárminemű egyéb fejlesztési elképzelések háttérbe szorulnának.

Bizonyos rendelkezésünkre álló ökológiai szolgáltatás nincs megfelelően díjazva, miközben számos káros folyamat (pl. a nitrát szennyezés) mentesül a következetes büntetés alól. Következésképp egyes földhasználatok károsítják az ökoszisztémát, ezáltal lényeges funkciók, mint például a karbonszabályozás, sérülnek. Az output-orientált támogatási eszközöket fokozatosan felváltották a sokkal célirányosabb, az ökológiai és környezeti szempontokat is figyelembe vevő ösztönző rendszerek. Ilyen és ehhez hasonló fejlesztési szándékok kívánatosak, ugyanakkor ki kell terjeszteni a nem közvetlen mezőgazdálkodási tevékenységekhez kapcsolódó ökológiai szolgáltatásokra is, kvázi illetérendszer kidolgozására.

A faanyag biztosítására leszűkített ökológiai szolgáltatásnál sokkal kiterjedtebb ösztönzőrendszer szükséges az erdősítés és az erdőgazdálkodás terén is. Az erdő, mint szénraktározó, a klímavédelemben az egyik legnagyobb szerepet játszik. Ültetvények kialakítása és szabályozott kitermelése növeli ezt a fajta potenciált. E mellett más szolgáltatásokat is nyújtanak: megfelelő területnagyság és fajtaösszetétel mellett kiváló rekreációs helyeket biztosítanak a helyben élők számára. Bár egyre több eszköz és szabályozó került kidolgozásra e funkciók erősítése céljából, az erdőterületek társadalmi értékét növelni szándékozó erőfeszítések még váratnak magukra. Mindehhez intézményi kereteket kell hozzárendelni.

A zöld gazdaság felé tartás egyben a környezeti szempontokat is figyelembe vevő mezőgazdasági tevékenységek ösztönzését is jelenti. Az ilyen típusú agrártevékenység egyik legoptimálisabb megnyilvánulási formája a táj eltartó képességét figyelembe vevő tájgazdálkodás, illetve az ökológiai szolgáltatások szemléletén nyugvó területhasználat. A mezőgazdaság ilyen értelemben nem csak élelmiszerellátás, hanem élőhely-védelem, rekreációs funkció, víz- és légkörvédelem is. Az agrár-környezetvédelem fogalmát következetesen használó európai ágazatfejlesztési iránymutatások (pl. új KAP, Élőhely Direktíva, Nitrát Direktíva, Víz Keretirányelv) egyik közös célkitűzése a gazdák környezetkímélő földhasználat kialakítására való ösztönzése, ilyenek lehetnek: az erdők, vizes élőhelyek és közösségi helyek kialakítása. Egyre nagyobb hangsúlyt kap az agrár- és a vidékfejlesztés ökológiai pillére, amelyben az alternatív gazdálkodások, a vadonélő állatok védelme, a vízbázis-védelem, árvízvédelem, széntározók kialakítása és rekreációs célok kapják a nagyobb szerepet. Mindez ágazatközi, horizontális szemléletben valósul meg („pay for environment”).

A vidékies térségek helyi közösségeinek általános tapasztalata, hogy magukra vannak utalva, megmaradásuk és fejlődésük ügyében jóformán csak saját erőforrásaikra számíthatnak. E belső erőforrások egyike lehet a lokális közösségek új szemléletű gazdasági aktivitása, mely a foglalkoztatási problémák kiegészítő jellegű kezelésénél jóval szélesebb perspektívát rejt magában.

A mezőgazdaság, mint a földterületek, és mint a magyar nemzeti vagyon jelentős részét kitevő termőtalaj legjelentősebb felhasználója alapvetően meghatározza Magyarország jövőbeni környezeti, de különösen a vidéki térségekben annak gazdasági és társadalmi állapotát is. A mezőgazdaságnak tehát nemcsak a környezet fenntartható használatát kell biztosítania, hanem az élelmiszerellátás biztonságát, az előállított terményeknek és élelmiszerek jó minőségét, illetve nem utolsósorban a gazdálkodók (egyéni és társas) megélhetését és jövedelmét is. A felsorolt igények és kihívások közötti optimális egyensúly megtalálása a magyar rurális terek népességmegtartó képességének egyik kulcseleme lehet.

Első lépésként éppen ezért fel kell tárnunk, hogy a produktivista mezőgazdaság korszaka után milyen alternatív termelési módok alakultak ki (globálisan), és ezeknek milyen kezdeményei és megjelenési formái vannak Magyarországon. E termelési módok környezeti és jövedelmezőségi

viszonyainak áttekintését követően Magyarország földhasználati zónarendszerére alapozva meg kell kísérelnünk ennek térségi differenciáit, és lehetséges optimumait felvázolni.

A mezőgazdaság, a táj- és környezetvédelmi aspektusú, fenntartható szemléletű fejlesztése mellett, egyfelől hozzájárul az éghajlatváltozás hatásaira reagáló mitigációhoz és alkalmazkodáshoz (a gazdálkodási módok megválasztásával, szénraktározással, kevesebb CO₂-kibocsátással járó energiaforrás természetessé), másfelől klímamódosító hatású is (ÜHG-kibocsátás: fosszilis üzemanyag-használat, metán az állattenyésztésből, nitrozus gázok a növényvédelemből.)

Harmadik funkciója az agrárszektor zöld gazdaságot támogató fejlesztésének, az energiaalapanyag-előállítás. A magas energiaár extenzív gazdálkodásra ösztönöz, alacsonyabb terméshozammal és nagyobb területigénnyel. A gépesített organikus termelés (kevesebb kemikália használata) szintén kisebb hozammal jár, ugyanakkor energiahatékonyabb. Az energiaárak növekedése összességében energiatakarékos technológiaváltásra sarkal (pl. hulladékból energia önellátás).

A hazai mezőgazdasági potenciál és a megújulók iránti igény egyik eredője a bioenergia előállítása (ld: biomassa). Komoly dilemmát jelent, hogyan növeljük a bioüzemanyag-ipart, hogy közben ne sérüljön az élelmiszeralapanyag-termelés szektor. A bioüzemanyag iránti igény növekedése a meglévő növénytermesztésre, fokozott tájhasználat-változásra, a biodiverzitás csökkenésére és a vízbázisra van veszélyel.

Közlekedés és szállítás (környezet-logisztika)

Figyelembe véve a forgalmi dugók problematikáját, a levegőszennyezés mértékét és a klímaváltozáshoz való hozzájárulását, a szállítási és közlekedési áramlások szabályozása és annak társadalmi haszna alapvető kérdéskör. Területi vonatkozásai közül nem csak az optimális útvonal, megfelelő technológia kialakítása stb., de a munka- és lakóhely közötti távolság kérdése is meghatározó. Mindez jelzi, hogy az ágazatot teljes körűen integrálni szükséges a területfejlesztésbe. E problematikába sorolható az a fejlesztői-tervezői szándék, hogy az utazási szükséglet csökkentése céljából növeljük a beépítés fokát, ami szintén dugókkal és levegőszennyezéssel jár, nem beszélve a csúszkultúrral járó magasabb árakról. A dugódíjjal operáló ágazatpolitikai törekvések szintén lényeges területi egyenlőtlenségeket idézhetnek elő.

A környezetet bizonyítottan legjobban szennyező személyautó-használat a decentralizált munkahelyteremtés és lakásépítés eszközeivel hatékonyan csökkenthető. A „zöldebb” kötöttpályás közlekedési módok az idő és tér függvényében viszont jelentősen korlátozottak. Hatékony megoldásoknak látszanak az úgynevezett „travel card” bevezetése, az intermodális közlekedésre való áttérés és a közös taxi használat. Logisztikai problémákat vet fel a szorványtelepülések közlekedési infrastruktúrába való bekapcsolása.

Tipikus nagyvárosi problémák a mobilitás és a CO₂-kibocsátás. A közlekedés (és így az energiafelhasználás) csökkentésének egyik módja a beépítettség növelése (kevesebb üzemanyag-felhasználás, kisebb CO₂-kibocsátás stb.), habár nem minden esetben vezet energiatakarékosághoz, tudniillik a beépítettség növelésével, növekszik a forgalom, illetve a dugó, ezáltal a közlekedés sebessége lassul és növekszik az üzemanyag-fogyasztás, ergo a CO₂-kibocsátás. Az integrált fejlesztések szintén előnyösek e tekintetben: a közlekedés- és építésszabályozás, valamint a munkahelyteremtés összehangolt fejlesztésével csökkenthető a személyautó-használat. Ezen kívül, nem csak a hálózatok, de a közlekedési módok is befolyásolják az utazási szokásokat. Mindez a közlekedés- és fejlesztéspolitika összekapcsolásával érhető el, amikor a településfejlesztésben és területrendezésben is szinergikusan jelennek meg a feladatok.

Jó lehetőség a közlekedés és szállítás racionalizálására, különösen nagyvárosi környezetben, ugyanakkor gazdaságromboló hatása is lehet, ha növekszik egy vállalkozás ilyen jellegű költsége. Szintén alkalmas a gazdaság decentralizációja során a vállalkozások peremterületekre (*fringe*) történő kitelepítésekor, habár ez esetben megnövekszik ezen vállalkozások területigénye is.

A közlekedés kizöldítésében egyértelműen a megújuló energiaforrásoknak van az egyik legnagyobb szerepe. Emellett fontos a hibrid elektromos járművek használata és az üzemanyag-hatékonyság. Az információs technika használata a járművekben és szállítási hálózatokban csökkenti a balesetek kockázatát. Telekommunikáció fejlesztése bizonyos esetekben szintén csökkenti az utazási igényeket (habár előfordulhat az is, hogy pont új típusú utazási igényt gerjeszt).

Összefoglalás

A jövő (terület)fejlesztéspolitikának egy integrált, koherens, illetve következetes szemléletmódban megvalósuló területhasználatot szabályozó rendszert szükséges kialakítania. Az *UNEP Zöld Gazdaság Kezdeményezésének* és a *Zöld New Deal Csoport* által lefektetett alapelveket és stratégiát kell érvényesíteni a nemzeti, a regionális és a helyi (integrált) fejlesztési politikában. A társadalom számára élhető terület-(település-, vidék-)fejlesztési gyakorlat kialakítása három fő stratégiai szempont érvényesítésével érhető el: (1) város-vidék rendszerszemléletben; (2) területileg és ágazatilag integráltan; és (3) a káros következmények minimálisra csökkentésével.

Az új energia politika lehetővé teszi a megújuló energiahordozók használatának elterjedését a takarékoság és a hatékonyság növelése mellett. Ez elsősorban decentralizáltan és mátrix-szerűen javasolható, azaz biztosítani kell a kisebb közösségek, települések, kistérségek stb. számára a megújuló energiahordozók helyi használatának elterjedését, ami az országos (centralizált) rendszerek mellett, azzal együtt értelmezhető. Ehhez szükséges továbbá az ellátó rendszerek átalakítása sok csomópontos, hibrid, intelligens rendszerekké. Ebben sok, kis kapacitású, a helyi lehetőségekre épülő energiatermelő egységet kell egy rendszerben irányítani a számítástechnika adta lehetőségek kihasználásával.

A hazai mezőgazdaság szerkezetéből hiányzik a helyi ökológiai, természetföldrajzi és kulturális adottságokra épülő árnyaltság, ezért az önellátás fokozásával, a gazdaságnak – helyi sajátosságokat kihasználva - organikus szerkezetűvé kell válnia. A fenntartható mezőgazdálkodás kialakítása érdekében elsősorban az organikus farmgazdálkodás támogatása szükséges. A hazai támogatási struktúra fenntarthatatlanságát jelzi, hogy a támogatási összegek nagyobb része a fosszilis energiahordozók használatát privilegizálja, így csökkentve a megújuló energiaforrások kiaknázásának lehetőségeit. A kormánynak oda kell figyelnie a „szennyező fizet” elv maximális érvényesítésére, ezzel internalizálva a környezetvédelmi költségeket. A rendelkezésre álló földterületek optimális hasznosítása gazdasági és környezeti szempontból is kiemelkedő feladat, egyrészt a földhasználat változása (szántó-gyep, szántó-legelő, legelő-erdő stb. konverzió), másrészt a szabályozatlan/átláthatatlan tulajdonviszonyok miatt, amelyek alapvetően meghatározzák egy terület eltartó képességét. Az édesvíz-készletek megőrzése alapvetően stratégiai feladat, mind globális, mind nemzeti szinten (hazánk esetében szupranacionális), így a megfelelő piaci környezet és árpolitika kidolgozása elengedhetetlen ebben az ágazatban. Az új típusú tájgazdálkodás a termőterületek, az ivóvíz bázisok megővésén, valamint az élet- és vagyonvédelmet szolgáló Vásárhelyi terv megvalósításán keresztül (amely magába foglalja az árvíz fenyegetettségnek kitett területek helyi adottságoknak megfelelő gazdasági hasznosítását is), olyan termelési ágazatok ártéren és hullámtéren történő meghonosítása (pl: energiaerdők telepítése), amelyek gazdasági célú hasznosítása – miáltal természetes módon kiszűrjük a káros anyagokat a talajból és a légtérből – környezetvédelmi célokat is szolgál.

Az új közlekedés politika elsődleges célja a magas szennyezéssel járó közlekedési igények csökkentése. A károsanyag-kibocsátás túlnyomó része a közlekedésből származik. Ezen kívül a közlekedési, szállítási infrastruktúra térfoglalása, összefüggő és kiterjedt hálózattá való szerveződése, valamint a növekvő területhasználat iránti igények (agglomerációk létrejötte, zöldmezős beruházások, településrendezések) lerontják a természetes térszerkezetet, csökkentik természetes élőhelyek koherenciáját, az ökológiai hálózat működésének lehetőségét. Mindezt a közlekedési igények csökkentése kulcsfontosságú feladat a fenntartható fejlődés szempontjából. A közlekedési igények általános csökkentését lehet elérni a terület- és településfejlesztés, a munkahelyteremtés eszközeivel, annak biztosításával, hogy a lakosok helyben találják meg

munkahelyüket, és ériék el azokat a szolgáltatásokat, amelyek miatt egyébként utazniuk kellene. Emellett kiemelten fontos a közösségi közlekedés fejlesztése a helyközi és a helyi közlekedésben egyaránt, alacsony energiafogyasztású és kis szennyezőanyag-kibocsátású közlekedési eszközök segítségével. A helyközi közlekedésben a nagyobb távok megtételére a vasúti személyszállítás és a gyors autóbusz járatok fejlesztése nyújthat megoldást, amelyek gyors, biztonságos és kiszámítható és kényelmes elérhetőséget tesznek lehetővé, így versenyelőnyre téve szert a személygépkocsival történő közlekedéssel szemben. Kulcsfontosságú a periférikus területek elérhetősége is. Itt a jogszabályok megváltoztatása, a monopolhelyzetek megszüntetése mellett szükséges az igényvezérelt közlekedési rendszerek támogatása is.

Irodalom

Stern, N. 2006: A Stern-jelentés: az éghajlatváltozás gazdaságtana. London.

TÁJHASZNÁLAT VÁLTÁS LEHETŐSÉGEI A TERMÉSZETI SZOLGÁLTATÁSOK NÖVELESÉÉRT

FLACHNER ZSUZSANNA és NAGY GERGŐ GÁBOR

Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet
1022 Budapest, Herman Ottó út 15., e-mail: flachner@rissac.hu

Összefoglalás

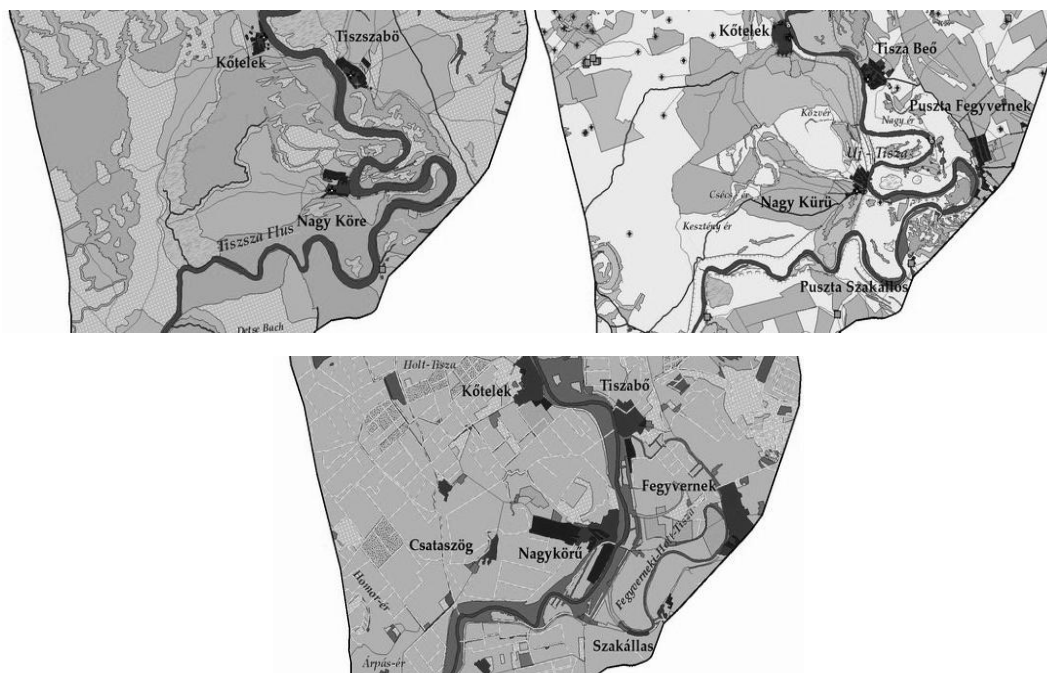
A Tisza gátak közé szorításának oka a korábban vízjárta területek kiszáritása és mezőgazdasági művelésbe vonása. A mederátvágások jelentősen lecsökkentették eredeti hosszát, miáltal a korábbi ártéri tájhasználat gyakorlatilag eltűnt és új problémák jelentek meg – belvíz, árvíz, talajvízszint csökkenése, talajdegradáció. Emellett drasztikus mértékben leszűkültek a folyómenti értékes élőhelyek, csökkent a biodiverzitás mértéke. A növekvő antropogén hatásokra bekövetkező folyamatok, mint pl. globális klímaváltozás hatásai hatványozottan jelentkeznek az olyan kiszolgáltatott, ökológiai alkalmazkodóképességétől megfosztott vidéken, mint a Tisza-völgy. A jövőben azon tájegységek lesznek versenyképesek, amelyek olyan tájgazdálkodást valósítanak meg, amelyek a természeti erőforrásokra építve, az elővigyázatosság elvén alapulnak és elismerik, hogy az emberi társadalom a természet szerves része. A Nagykörűben elindított „Integrált tájfejlesztési program a víz- és tájgazdálkodás hatékonyságának fejlesztésére a Tisza vízgyűjtőn” tájrehabilitációs projekt célja egy olyan, e problémákra választ nyújtó tájhasználat kialakítása, amely a táj eredeti adottságaira alapozva egy rendszerben képes nyújtani a megélhetési biztonságot (mezőgazdasági szerkezetváltás), az ökológiai biztonságot (tájrehabilitáció) és a szélsőséges vízgazdálkodásból fakadó kockázatok csökkentését (vízkészlet-gazdálkodás). A Nagykörű ártérrevitalizációs program keretében megvalósuló 30 hektáros szántó-gyep és vizes élőhely konverzió hatására rövidtávon javul a táj vízpuffer kapacitása, javul a termelés feltétele, nő a természetes élőhely, halívó hely jön létre; hosszú távon javul a talajminőség és a talajvíz-utánpótlás. Az emberi jól-lét teljes mértékben a természet nyújtotta javaktól, azaz az ökoszisztéma vagy természeti szolgáltatások fennmaradásától és gazdagodásától függ, éppen ezért a projekt keretében a tájhasználat-váltás előtti és utáni állapot komplex értékelése zajlik.

Kulcsszavak: földhasználat-váltás, ILD projekt, Nagykörű, tájhasználat-váltás, tájrehabilitáció, természeti szolgáltatások értékelése

Bevezetés

Az 1600-as évektől az ipari forradalom nyomán megindult, majd a 19. századtól felgyorsult a mezőgazdaság intenzifikációja. Az emberiség korlátlan mértékben, mindenféle felelősségérzet nélkül használta a természeti erőforrásokat: erdőket irtottak ki, mocsarakat csapoltak le, gyepeket törtek fel, folyók kanyarulatait vágták át a tulajdonszerzés és a termelés bővítése érdekében (Andrásfalvy, 2007). Európában leginkább az alföldi, laposabb jellegű részeket vonták intenzív mezőgazdasági művelés alá, ami főként Közép- és Nyugat-Európában vált számottevővé. A régmúltban a Tisza a Kárpát-medence keleti felének jelentős hányadát bekalandozta, az Alföld nagy részén ártéri területeket alakítván ki. A girbe-gurba fővonal mentén egymás mellett sorakoztak a meanderek, holtágak, nádasok, ártéri erdők, mocsarak, lápok és egyéb értékes élőhelyek. A vadregényes tájjal ellentétben igazi „szelídvízországának” minősült a Tisza-völgy (Molnár, 2004). A gazdálkodás alapját az évenkénti árvizek szolgáltatatták, melyek a folyót kísérő magaspartonokon (övezővonalakon) keresztül képzett átvágásokon, úgynevezett fokokon érték el az árterületet, majd ugyanezen keresztül jutottak vissza a főmederbe. Ártéri tájgazdálkodás- és fokgazdálkodás terjedt el halászattal, extenzív állattartással, gyümölcs- és zöldségtermesztéssel (Balogh, 2005). Az 1800-as

évektől uralkodó térségfejlesztési politikának köszönhetően jelentős kiterjedésű vizes élőhelyek kerültek lecsapolásra (Kollányi, 2004).



1. ábra Történelmi felszínborítás és földhasználat mintázat Nagykőrű térségében (fentről lefelé: 18. század vége (1783–84) – 19. század közepe (1858–61) – 20. század vége (1998–99))

Figure 1. Historical land cover and land use pattern in the Nagykőrű area (from above: end of 18th century (1783–84) – midst of 19th century (1858–61) – end of 20th century (1998–99))

A Tisza szabályozását követően a folyó eredeti 1419 km-es hossza 962 km-re csökkent. A korábbi ártéri tájgazdálkodás gyakorlatilag eltűnt, különböző léptékű degradációs folyamatok indultak be:

- a mezőgazdasági földeken a rendszeres vízborítás hiányában felgyorsult a szikesedés;
- a gátak mögött lévő vizek levezetése sokkal bonyolultabbá vált, így megnőtt a belvízvesztély;
- az ökológiai folyosó szerves részét képező vizes élőhelyek helyett sokkal szárazabb, ökológiai szempontból értéktelenebb élőhelyek jelentek meg;
- a talajvíz szintje jelentősen lecsökkent;
- a leszűkülő főmederben a víz lejtése és sebessége megnőtt (Somlyódi, 2002).

A növekvő antropogén hatásokra bekövetkező folyamatok, mint pl. globális klímaváltozás hatásai – hőmérséklet-növekedés, csökkenő csapadékmennyiség, szélsőséges időjárási események – hatványozottan jelentkeznek az olyan kiszolgáltatott, ökológiai alkalmazkodóképességétől megfosztott vidéken, mint a Tisza-völgy (Sendzimir et al., 2008). Az alábbi térképsorozaton (**1. ábra**) jól látható a vizes élőhelyek térvesztése a mezőgazdasági földekkel szemben, illetve a nagyarányú belvízelvezetési/öntözési munkálatok eredményeként létrejövő csatornahálózat (Nagy, 2008).

A hagyományos, extenzív mezőgazdaság nem vezetett a biológiai sokféleség csökkenéséhez (Rockström et al., 2009), sőt gazdagította azt, például a halbőséggel. A XX. század második felére jelentősen megnövekedett népesség a gépek és a különféle kemikáliák (növényvédőszer, műtrágyák) használatával egyre erősödő negatív hatást gyakorolt az ökoszisztémákra (Reidsma et al., 2006). A folyamat eredményeként a biológiai sokféleség drámai módon lecsökkent, különösen a folyóvölgyek térségében (Donald et al., 2001). E káros hatások

csökkentése érdekében az Európai Unió tagországaiban agrár-környezetvédelmi programok indultak, melynek keretében a környezetkímélő extenzív művelési módokat támogatják (Angyán, 2008). Ezek a gazdálkodási formák létfontosságúak az olyan vidékeken, mint a Tisza-völgy, hiszen nem, vagy kis mértékben alkalmaznak műtrágyákat és növényvédő szereket, valamint korlátozott mértékben használnak fosszilis energiahordozókat (Baldock et al., 1994). E területek többsége a szigorúan védett területek pufferolásában segíti elő a környezeti terhelések csökkentését és a magasabb diverzitás kialakulását. A természeti értékek jelentős része köthető e gazdálkodási formához, hiszen lényegesen nagyobb diverzitás jellemzi ezeket a területeket.

Az elmúlt néhány évtizedben levonuló árvizek, a megélhetési gondok és egyéb problémák okán a Nagykőrüi Önkormányzat a '90-es évek közepén egy példaértékű kezdeményezést indított el egy sajátos vidékfejlesztési program kidolgozásával, ez volt a Nagykőrüi Tájgazdálkodási Program. A koncepció alapja, hogy át kell térni a természetes erőforrások, úgymint a táj és a folyó fenntartható használatára, az így kínálkozó haszonvételekkel napjaink kihívásaira választ adó gazdasági szerkezet alakítható ki. A program célja egy olyan korszerű tájhasználat kialakítása, amely a táj eredeti adottságaira alapozva egységes rendszerben képes nyújtani a megélhetési biztonságot (mezőgazdasági szerkezetváltás), ökológiai biztonságot (tájrehabilitáció) és az árvízi biztonságot (vízkészlet-gazdálkodás). A program közvetlenül a nagykőrüi ártéri öblözetre terjed ki, míg tanulságait tekintve az egész Tisza vidékre alkalmazható. A program részei: 1) a kubikgödörök revitalizációja az ártéri területen, amely a főmedertől elválasztott kubikgödröket kapcsolja össze egy csatornahálózat segítségével és köti össze a Tiszával (halak természetes szaporodásának biztosítása, mentetlen oldali rehabilitáció); 2) az Anyita-tó visszaállítása és működtetése, melynek részeként a Tisza főmedre és a tó közé épített nyári gátat teljes egészében elbontották, illetve az intenzív szántóföldi művelést felszámolták (a fokgazdálkodás felújítása hullámtéri öblözetben); 3) a Nagyfok rehabilitációja (a nagykőrüi ártéri öblözet komplex rehabilitációja a mentett oldal megfelelő részeinek szabályozott vízborításával). Utóbbi része az ICPDR-UNDP-SZÖVET által 2009-ben indított „Integrált tájfejlesztési program a víz- és tájgazdálkodás hatékonyságának fejlesztésére a Tisza vízgyűjtőn” tájrehabilitációs projekt. A program tanulságainak disszeminációja három lépésben történik, egyrészt helyi szinten Nagykőrűben, másrészt regionális szinten a Tisza-völgyben, harmadrészt pedig szakpolitikai szinten, ahol cél a táji folyamatok értékelésének módszertanának beépítése a legfontosabb tájat érintő fejlesztésekbe, úgymint vízgazdálkodás és területfejlesztés.

Anyag és módszer

Az utóbbi években egyre inkább felerősödtek azok a hangok, miszerint az ember jól-léte nagymértékben a természet nyújtotta javaktól függ, melyeket összefoglalóan ökoszisztéma vagy természeti szolgáltatásoknak hívunk. Összesen négy csoportjuk van: ellátó, szabályozó, fenntartó és kulturális. Az ellátó szolgáltatásokat közvetlenül felhasználjuk, így a vizet, az élelmiszert vagy éppen a faanyagot. Az éghajlat-szabályozás, a víztisztítás és az ehhez hasonló folyamatok a szabályozó szolgáltatások közé tartoznak. E folyamatok akadálymentes működését biztosítják a támogató szolgáltatások, úgymint a talajképződés és a fotoszintézis. Nehezen mérhetők a kulturális szolgáltatások, mint az oktatási, a rekreációs és a spirituális tevékenységek (MEA, 2005). Ezeket a szolgáltatásokat a biológiai és a táji sokféleség tartja fenn, éppen ezért a biológiai sokféleség megőrzése és a kedvezőtlen folyamatok visszafordítása elengedhetetlen feladat. Több tanulmány rávilágított arra, hogy a jövőben azon tájegységek lesznek versenyképesek, amelyek olyan tájgazdálkodást valósítanak meg, amelyek a természeti erőforrásokra építve, az elővigyázatosság elvén alapulnak és elismerik, hogy az emberi társadalom a természet szerves része (Glatz, 2010).

A természeti szolgáltatások értékelésének elsődleges szerepe az ökoszisztémák működését befolyásoló, illetve a kezelésükkel kapcsolatos döntéshozatali folyamatok támogatása, vagyis mind a helyi, mind a politikai döntéshozók szempontjából lényeges. A természeti szolgáltatások árazására vállalkozó nemzetközi kutatások minden eredménye azt mutatja, hogy az összes élőhely közül magasan a vizes élőhelyek vezetnek. Hazánkban többféle megközelítés történt a természeti

szolgáltatások értékelésére, vannak, akik pénzben fejezik ki a természet nyújtotta javakat (Csanády és Kovács, 2003), mások ökológiai megközelítésen alapuló százalékos megközelítést alkalmaznak (Czucz et al., 2008). Összességében elmondható, hogy sem itthon, sem külföldön a természeti szolgáltatások értékelésére vonatkozóan még nem tisztultak le a szakmai állásfoglalások, ezáltal a témakör további kibontása indokolt és szükségszerű.

A 2009-ben indított „Integrált tájfejlesztési program a víz- és tájgazdálkodás hatékonyságának fejlesztésére a Tisza vízgyűjtőn” tájrehabilitációs mintaprojekt keretében 30 hektáros szántó-gyep és vizes élőhely konverzió történik. A mintaterület egy szétágazó medermaradvány része, amely a mentett oldalra került ártéri öblözet közepén található. Alacsonyártéri szinten helyezkedik el, amiben a medervonulat mélyártéri szintként értelmezendő. A teljes mintaterület hossza 800 méter, szélessége a nyugati oldalon 600, míg a keleti oldalon 200 méter. Ezen belül a mederszakasz 400 méter hosszú és 50 méter széles, 1 méteres mélységgel rendelkezik. Összesen 6 parcella húzódik a területen, ezek közül 5 szántóként művelt, egy pedig gyümölcsösként. Az északi oldalon fut a 19-es számú belvízcsatorna, amibe jelenleg a vizet levezetik.

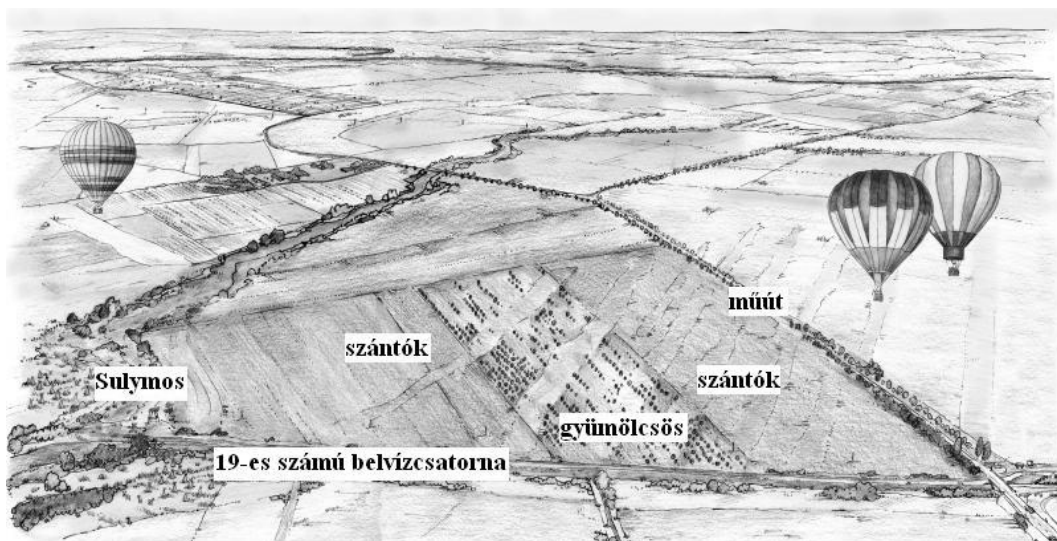
A terület térképezését a jelenlegi állapotra és egy jövőbeni, ideális tájhasználat állapotra végeztük el. Ez utóbbi megtervezését a Pagony Táj- és Kertépítész Kft. munkatársai végezték helyszíni felmérések alapján a természetes tájhatárokhöz igazítva. Alapvető cél az, hogy a helyben keletkező vizek maradhassanak a területen, valamint az évenként változó mértékű vízborításhoz igazodjon a felszínborítás és a tájhasználat (mezőgazdasági művelés). A természeti szolgáltatások értékelésénél a Burkhard et al. (2009) által létrehozott ökoszisztéma szolgáltatás értékelő mátrixot vettük alapul. A támogató szolgáltatások – melyeket Burkhard et al. (2009) ökológiai integritásnak neveztek el – kvantifikálása bonyolult feladat és hibákkal terhelheti az eredményt (pl. egyes szolgáltatások kétszeres számításba vétele), ezért ebben a vizsgálatban nem vettük őket figyelembe. A vízszintes tengelyen a természeti szolgáltatásokat, a függőleges tengelyen pedig a CORINE felszínborítási kategóriákat ábrázoltuk. Előbbieket 0–5 skálán értékeltük, attól függően, hogy az adott felszínborítási kategória tekintetében mekkora szerepet játszanak. Értelemszerűen a 0 érték semmiféle természeti szolgáltatással nem jár, míg az 5 érték a legnagyobb. A skálarendszer kidolgozása Burkhard et al. (2009) nyomán szakértői becslések, esettanulmányok alapján történt kidolgozásra.

Mind a jelenlegi, mind a jövőbeni állapotra vonatkozóan megnéztük hogyan is alakulnak a területen szóbajöhethető természeti szolgáltatások. Csak azokat a szolgáltatásokat és CORINE felszínborítási kategóriákat vettük figyelembe, amelyek a mi mintaterületünkön előfordul vagy a jövőben kialakításra kerül.

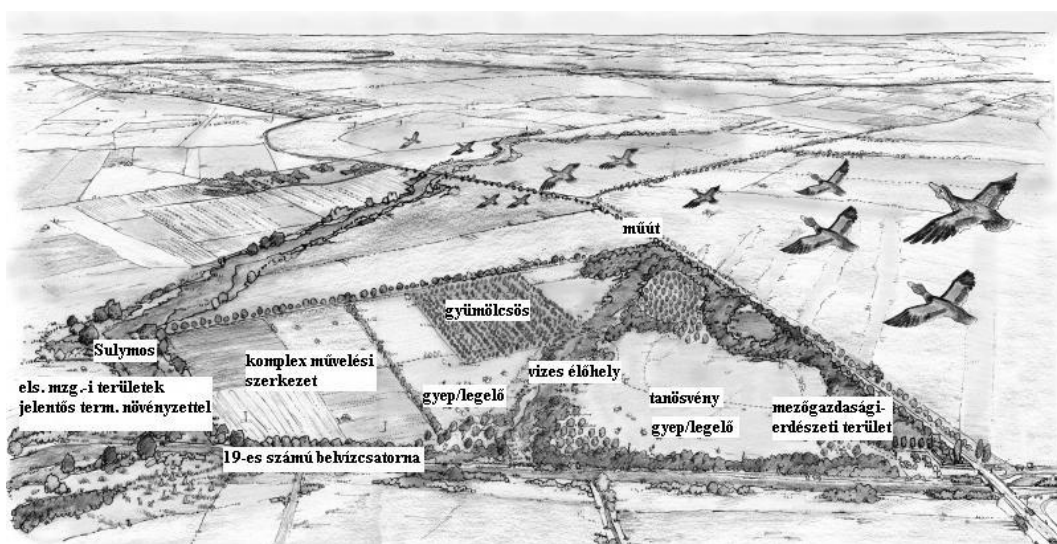
Eredmények

A tájhasználat-váltás rendkívül hosszadalmas, akár 10-15 vagy még több évet felölelő folyamat, éppen ezért végleges eredményekkel nem, csak részeredményekkel tudunk szolgálni. Első megközelítésben fontos a vizualizáció és a helyi emberekkel való kapcsolatfelvétel, ugyanis sokkal jobban meggyőzhetők a gazdálkodók egy ökológikusabb tájhasználatra (ezáltal tájhasználat-váltásra), amennyiben képi/vizualizációs eszközöket alkalmazunk (makett, rajz, modell, stb.).

A 2. ábrán lévő látványterv a mintaterület jelenlegi állapotát mutatja be. Összesen hat tulajdonos van, a hat parcellából öt szántóföldként művelt, ezek többségében kukoricát termesztenek. A terület középső részén hat hektáron gyümölcsös (szilvás) fekszik, jobbra kiszáradt állapotban. Átlós irányban jól észlelhető az a medervonulat, mely a rendszeres tavaszi vízborítás következtében teljes fapusztulást okozott.



2. ábra A mintaterület jelenlegi földhasználata
Figure 2. Present land use on the demonstration site



3. ábra A mintaterület természetszerű földhasználata
Figure 3. Semi-natural land use on the demonstration site

A **3. ábrán** látható a Pagony Táj- és Kertépítész Kft. által tervezett, a természeti szolgáltatások növelését elősegítő tájhasználat szempontjából ideális jövőbeni állapot. A mederben egy állandó vízborítású vizes élőhely kerül kialakításra, annak egyik oldalán felújításra kerül az ártéri gyümölcsös, a szilvák mellett egyéb őshonos gyümölcsfákkal. Jelentősen megnő a fás legelők aránya, a közte lévő területek gyepeként fognak funkcionálni, rajta birkalegeltetéssel. Az extenzív szántóművelés bemutatása a Sulymos melletti területre koncentrálódik változatos növényi kultúrákkal, a Sulymos nevű természetes vizes élőhelytől (patak, nádas) fa- és bokorsor fogja elválasztani. Hasonlóan a fő- és a földutat egyaránt fa- és bokorsorok fogják övezni. A fogadótér a sarokban kerül kialakításra, innen indul majd egy tanösvény végig az egész mintaterületen.

Második megközelítésben Burkhard et al. (2009) által létrehozott mátrixot adaptáltuk a nagykőrüi mintaterületünkre, a már ismertetett változtatásokkal. Az élőhely foltok kiterjedésének és

a természeti szolgáltatások erősségének összefüggésével jelen esetben nem foglalkozunk, ám különösen globális léptékben ez fontos befolyásoló tényező lehet. Szintén nem vettük figyelembe az egyes élőhelyek minőségét, példának okáért egy kipusztulófélben lévő gyümölcsös és egy teljesen egészséges gyümölcsös a helyi mikroklima szabályozásában más-más szerepet tölthet be. Összehasonlítva a jelenlegi és a jövőbeni állapotot a következő eredményeket kaptuk (1. táblázat).

Legfontosabb megállapításként azt tehetjük, hogy a létrejövő élőhely komplexum 6 új felszínborítási kategóriával gazdagítja a rendszert, ezáltal lényegesen megnövelve a természeti szolgáltatások számát.

A *legelőket és a gyepeket* élőhely típus hasonlóságuk miatt nem érdemes elválasztani egymástól, így elemzésüket együtt adjuk meg, helyenként összehasonlítva őket. Ellátó szolgáltatásoknál kézzelfogható az állatállomány jelenléte, illetve a velejáró szerves trágya mennyisége. A szemes takarmány a mintaterület egyik felén lévő változatos növényi kultúrákból származik (kukorica, köles stb.). A szabályozó szolgáltatások esetében elsősorban a gyepeknek van nagy szerepe a helyi és a globális éghajlat szabályozásában, különösen az elszórtan, illetve a helyenként sűrűbben álló facsoportok, erdőfoltok révén. Közismert, hogy a növénytársulások közül legnagyobb mértékben az erdő veszi fel és köti meg a levegőben egyre jobban felhalmozódó széndioxidot, vagyis a természet háztartásában betöltött szerepe óriási. A széndioxid-tartalom lekötésével nagymértékben hozzájárulnak az üvegházhatás mérsékléséhez. Éppen ezért szeretnénk elérni, hogy a terület széleiben kisebb-nagyobb erdőfoltok alakuljanak ki a szukcesszió előrehaladtával. Mind a gyepek, mind a legelők növényzettel való borítottságuk révén az erózióvédelem hatékony bástyái, valamint az ökológiai folyosó fontos elemei. Gyepek esetében fontos felhívni a figyelmet a tápanyag szabályozásra és a víztisztításra.

A *komplex művelési szerkezet* esetében változatos növényi kultúrákat értünk, elsősorban különféle gabonanövényeket. Ezek az ellátó természeti javakban töltenek be nagy szerepet (élelmisznőnövények, takarmány, alapanyag – pl. kender), némileg hozzájárulva a szabályozó szolgáltatásokhoz (éghajlat szabályozás, árvízvédelem, felszín alatti vízforgalom szabályozása).

Némi magyarázatra szorul az *elsődlegesen mezőgazdasági területek jelentős természetes növényzettel*. Ezalatt mi a Sulymos nevű vizes élőhely, a fa- és bokorcsoportok, illetve az extenzíven művelt mezőgazdasági kispárcellák átmeneti zónáját értjük. Az ellátó szolgáltatásokhoz tartoznak a gyepeknél és a legelőknél már ismertetett komponensek. A táblázat alapján ide sorolandó a faipari alapanyag és az energetikai célú faanyag, de mi az utóbbit nem tartjuk kíváncsnak, elvégre egy természetközeli élőhely annál nagyobb biodiverzitási értékkel rendelkezik, minél öregebb, minél előrehaladottabb a szukcesszió állapotában. Figyelembe véve a szabályozó szolgáltatásokat, az éghajlat szabályozásban, az árvízvédelemben, a talajvízpótlásban, a levegőminőség- és erózió szabályozásban, valamint a víztisztításban tölthet be nagy szerepet.

A *mezőgazdasági-erdészeti terület* élőhely komplexum a táblázat értékei alapján megközelítőleg egyforma szerepet tölt be a szabályozó- és az ellátó szolgáltatások tekintetében. Az eddigiektől eltérően újdonságként jelenik meg a pollináció belépése a virágzó lágyszárúaknak és a fűszárúaknak köszönhetően.

A legnagyobb újdonságot a *vizes élőhely (víztest)* okozza. Ellátó szolgáltatásoknál kézzelfogható a kifogott hal mennyisége és minősége, de ami ennél lényegesen nagyobb érték, az a raktározott édesvíz készlet. Történtek már próbálkozások algatermelés révén biomasz-erőművek beindítására, hazánkban ez még várat magára, mint potenciális lehetőség azonban meg kell említeni. Lokális szinten kiemelkedő szerepe van a vizeknek az éghajlat szabályozásában, ez a táblázatban nem jelenik meg nagymértékben, ennek ellenére fontosnak tartjuk ezt kiemelni. Szintén nem jelenik meg a víztestek árvízvédelemben betöltött szerepe sem, elvégre az áradáskor a folyó menti természetes mélyedésekbe kivezetett vizek csökkentik a levonuló árhullámok erősségét.

A projekt során létrejövő mozaikos élőhelyen egy bemutatóterületet szeretnénk működtetni elsősorban általános iskolás és középiskolás gyermekek számára, éppen ezért egyik élőhelynél sem emeltük ki a kulturális szolgáltatások értékét, hiszen azok mindenhol egyformán erősek. A tanösvény az északnyugati sarokban lévő látogatóközponttól indulna és végighaladna a területen, megismertetvén a helyieket az ártéri gazdálkodás sajátosságaival.

Megvitatás

Az előbbieken Burkard és munkatársai nyomán kifejlesztett élőhely mátrixot próbáltuk meg egy magyarországi mintaterületre alkalmazni (**1. táblázat**). Az egyes természeti szolgáltatások értékei egy az egyben nehezen vihetők át hazai élőhelyekre, ám közelítőleg megbízható eredményeket adnak. A megjelenő új természeti szolgáltatásokból és azok értékeiből is látszik, hogy a projekt során kialakításra kerülő mozaikos tájszerkezet a táj eredeti adottságaira alapozva egy rendszerben képes nyújtani a megélhetési biztonságot, az ökológiai biztonságot és a szélsőséges vízgazdálkodásból fakadó kockázatok csökkentését. Rövidtávon javul a táj vízpuffer kapacitása, javul a termelés feltétele, nő a természetes élőhely, halívó hely jön létre; hosszútávon javul a talajminőség és a talajvíz-utánpótlás.

A földhasználat illesztése a természetes tájhatárokhoz elősegítené az ökológiai hálózat fejlesztését a Natura 2000 program elveinek megfelelően. A természetes élőhelyek fragmentáltságának zömét a mélyebb területek szántóként, illetve egyéb mezőgazdasági területként való használata okozza, ami számos káros hatást von maga után: élőhelyek minőségének leromlása, invazív fajok előretörése stb. Ezért a mélyebb térszinteken gyepeket és vizes élőhelyeket igyekszünk kialakítani, hogy azok eredendő tájfunkciójukat ellátva betölthessék szerepüket, úgymint a víz visszatartást, az ökológiai folyosók és pufferzónák szerepének ellátását. A földhasználat váltás hatásait értékelve becsülhetjük a bekerülési költségek mellett a természeti rendszer folyamatainak, annak úgynevezett társadalmi-gazdasági hasznainak mértékét, általánosítva azt.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani *Kiss Mártonnak* és *Borsos Bélának* az anyaghoz fűzött értékes megjegyzéseiért. Vizsgálataink az „Integrated land development (ILD) program to improve land use and water management efficiency in the Tisza basin” program keretében zajlik a SCENES és a WateRisk projektek támogatásával.

Irodalom

- Andrásfalvy B. 2007: A Duna mente népének ártéri gazdálkodása. Ekvilibrium Kft., Budapest. 440 p.
- Ángyán J. 2008: Az agrárkörnyezet- és tájgazdálkodás hazai helyzete, kilátásai és a Nemzeti Vidékfejlesztési Terv. In Csorba, P. & Fazekas, I. (szerk.): Tájkutató - Tájökológia. Meridián Alapítvány, Debrecen. p. 19–30.
- Baldock, D., Beaufoy, G., Clark, J. (eds.) 1994: The nature of farming: low intensity farming systems in nine European countries. Institute for European Environmental Protection, London. 66 p.
- Balogh P. 2005: Ártéri tájgazdálkodás a nagykovácsi tározóban (megvalósíthatósági tanulmányterv). Nagykovács. 50 p.
- Burkhard, B., Kroll, F., Müller, F., Windhorst, W. 2009: Landscapes' Capacities to Provide Ecosystem Services – a Concept for Land-Cover Based Assessments. Landscape Online, 15: 1–22.
- Csanádi R. A., Kovács E. 2003: A biológiai sokféleség ösztönzése és közgazdasági értékelés: útmutató döntéshozók számára. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest. 196 p.
- Czucz B., Molnár Zs., Horváth F., Botta-Dukát Z. 2008: The natural capital index of Hungary. Acta Botanica Hungarica, 50 (Suppl.): 161–177.
- Donald, P. F., Green, R. E., Heath, M. F. 2001: Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. Proceedings of the Royal Society London Series B, 268: 25–29.

- Glatz F. 2010: Sikeres vidéki térségek. MTA Történettudományi Intézet – MTA Társadalomkutató Központ, Budapest. 192 p.
- Kollányi L. 2004: Tájékoztatók alkalmazási lehetőségei a környezetállapot értékeléséhez. Budapest. 114 p.
- Millennium Ecosystem Assessment 2005: Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis. World Resource Institute, Washington D.C. 86 p.
- Molnár G. 2004: A Tiszánál. Ekvilíbrio Kft., Budapest. 192 p.
- Nagy D. 2008: A történelmi felszínborítás térképezése a Tisza-völgyben. In: Flachner, Zs. et al. (szerk.): A történelmi felszínborítás térképezése a Tisza-völgyben. SZÖVET, Budapest. p. 40–58.
- Sendzimir, J., Magnuszewski, P., Flachner, Z., Balogh, P., Molnár, G., Sarvari, A., Nagy, Z. 2008: Assessing the resilience of a river management regime: informal learning in a shadow network in the Tisza River Basin. *Ecology and Society* 13(1): 11. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss1/art11/>
- Reidsma, P., Tekelenburg, T., van den Berg, M., Alkemade, R. 2006: Impacts of land-use change on biodiversity: An assessment of agricultural biodiversity in the European Union. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 114: 86–102.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F. S., Lambin, E., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R. W., Fabry, J. V. J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J. 2009: Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society* 14(2): 32. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>
- Somlyódi L. 2002: A hazai vízgazdálkodás stratégiai pillérei. In Somlyódi, L. & Glatz, F. (szerk.): A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. Magyar Tudományos Akadémia. p. 23–45.

Abstract

POSSIBILITIES TO CHANGE LAND USE PATTERNS WITH A VIEW TO ENHANCE NATURAL ECOSYSTEM SERVICES

ZSUZSANNA FLACHNER and GERGŐ G. NAGY

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of
Sciences

H-1022 Budapest, Herman Ottó út 15., Hungary, e-mail: flachner@rissac.hu

The main objective of confining the Tisza river between embankments was to drain the formerly water covered flood plain and to put it to agricultural use. Cuts of the river bends shortened the original length of the river substantially and the levees reduced the size of the area exposed to water, which resulted in vanishing of former land use practices within the floodplain and new in the emergence of problems such as excess surface water, extreme floods, sinking groundwater tables, seasonal drought and soil degradation. Besides, the valuable riparian habitats became scarce, thus diminishing the level of biodiversity in the lowland. Processes incurred as a consequence of the increasing anthropogenic interference such as the impact of global climate change manifest themselves more intensively in such helpless regions deprived of their ecological adaptability like the Tisza valley is now. In the future, regions implementing landscape management practices built on natural resources, applying the precautionary principle and recognising human society as part of nature will become more competitive. The landscape reclamation project launched in the community of Nagykőrű entitled Integrated land development (ILD) program to improve land use

and water management efficiency in the Tisza basin set the objective to develop and establish a landscape management and land use concept based on the original conditions of the landscape providing decent livelihood (through restructuralisation of agricultural and rural development), ecological security (through rehabilitation of the degraded landscape functions) and reduction of risks emerging from extremes of the current water regime (water resources management) in a single comprehensive system, thus offering a complex solution to the problems. Due to the conversion of a 30 hectares ploughed parcel into wooded pasture and wetland habitat under the Nagykörű floodplain revitalisation programme the water buffering capacity of the landscape will be improved, productivity and conditions of production are improved, natural habitats are extended, fish spawning grounds are established and on the long term both soil fertility and quality and groundwater replenishment are improved. Human welfare is dependent entirely on goods and benefits provided by nature, that is the maintenance and enrichment of ecosystem services. Therefore, the project also aims at carrying out a complex evaluation of the state of affairs before and after the land use change effectuated.

KADMIUMMAL ÉS BAKTÉRIUM ALAPÚ BIOTRÁGYÁVAL KEZELT NAPRAFORGÓ HIBRIDEK NÖVÉNYFIZIOLÓGIAI VIZSGÁLATA

GAJDOS ÉVA¹, BÁKONYI NÓRA², MAROZSÁN MARIANNA², VÍG RÓBERT³, VERES
SZILVIA⁴ és LÉVAI LÁSZLÓ⁴

¹Debreceni Egyetem, Kerpely Kálmán Doktori Iskola
4032 Debrecen, Böszörményi út 138., e-mail: egajdos@agr.unideb.hu

²Debreceni Egyetem, Hankóczy Jenő Doktori Iskola

³Debreceni Egyetem, Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet

⁴Debreceni Egyetem, Növénytudományi Intézet, Mezőgazdasági Növényteni és Növényélettani
Tanszékcsoport

Összefoglalás

Az eredmények alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált baktérium-készítmény képes kompenzálni a kadmium terhelés növényi fejlődésre gyakorolt kedvezőtlen hatását. A kadmiumkezelések és a Phylazonittal (*Azotobacter sp.* és *Bacillus sp.* tartalmú biotrágya) kiegészített kadmiumkezelések közötti különbségek a kadmiumkoncentráció növelésével egyre kifejezettebbé váltak, amiből arra következtettünk, hogy a Phylazonit a stressz erősödésével egyre jelentősebb javulást idéz elő a növényi kondícióban a csak kadmiummal kezelt növényekhez képest. A biotrágyával kiegészített kadmium-szulfátos kezeléseknél kedvezőbb fiziológiai mutatókat mértünk, mint biotrágya nélkül. A jelentős szórásokból arra következtettünk, hogy az ismétlések számát, és az ismétléseken belüli egyedszámot növelve meg kell ismételni a kísérletünket.

Kulcsszavak: nehézfém, gyökér morfológia, klorofill, tolerancia

Bevezetés

A szennyezett területek alapvető környezeti problémát jelentenek, mivel a szennyezőanyagok hatására a talaj kialakult fizikai, kémiai, biológiai tulajdonságai kedvezőtlen irányba változnak. A talajok képesek felhalmozni a szennyező nehézfémeket anélkül, hogy a mérgező hatásuknak nyilvánvaló tünetei lennének. A kadmium a talajban meglehetősen immobilis, a felszínre került kadmium általában addig a mélységig jut le a talajprofilban, ameddig a talajműveléssel bedolgozzák. Ezért veszélyes mértékben is felhalmozódhat a talaj felső rétegében (Filep, 1998). A kadmium felvétele függ a mennyiségétől és mobilizálhatóságától, oldékonyságától. A hozzáférhetőséget módosítja a talaj pH-ja, a szervesanyag-tartalma, a redox-potenciál, a hőmérséklet és más elemek kölcsönhatása is. A kedvező hatású, a növények növekedését előnyösen befolyásoló rizoszféra mikroorganizmusok szerepe a növények tápanyag-gazdálkodásában vitathatatlan. Ezért is tartottuk fontosnak valamilyen baktérium alapú biotrágya egyidejű alkalmazását a kísérleteinkben. A rizoszféra baktériumok közvetlen és közvetett úton serkenthetik a növények növekedését azáltal, hogy fokozzák a tápanyagok feltáródását, mobilitását, illetve növelik a növények tápanyagfelvételét. A talajtani tényezők meghatározzák a mikroorganizmusok szaporodását és általános életfeltételeit. A kadmium negatívan befolyásolja a nem toleráns növények növekedését és fejlődését. (Pinto et al., 2004). A kadmium közvetett hatása, hogy a talaj mikroorganizmusaira potenciális veszélyt jelent (Duxbury, 1985). A kadmium okozta veszély felfedezését nehezíti, hogy gazdasági növényeink gyakran látható tünetek nélkül, nagy mennyiségben halmozhatják fel. Főleg a levélzöldségekre jellemző, hogy sok kadmiumot képesek akkumulálni, de a napraforgóban is megfigyelték a kadmium felhalmozódását a talaj növekvő kadmiumtartalma esetén (Lehoczky, 1998; Kádár et al., 1998; Simon et al., 1999).

Anyag és módszer

A növényeket a Debreceni Egyetem Növénytudományi Intézetének klímaszobájában neveltük. Kísérleti növényként napraforgó (*Helianthus annuus* L.) *NK Alego*, *NK Brio*, *NK Neoma* és *Nova* hibrideket használtunk. A magvakat nedves szűrőpapír között csíráztattuk, majd tápoldaton neveltük. A tápoldat összetétele a következő volt: 2,0 mM $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 0,7 mM K_2SO_4 , 0,5 mM MgSO_4 , 0,1 mM KH_2PO_4 , 0,1 mM KCl , 10 μM H_3BO_3 , 1 μM MnSO_4 , 1 μM ZnSO_4 , 0,25 μM CuSO_4 , 0,01 μM $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$. A növények a vasat 10^{-4} M FeEDTA formában kapták. Kadmiumkezelésre CdSO_4 -ot használtunk, az alkalmazott koncentrációk 1, 5, 10, ppm voltak. A biotrágyát (Phylazonit MC[®]) 1 ml L⁻¹ mennyiségben adtuk a tápoldathoz. A kísérletek során a környezeti feltételek szabályozottak voltak: a fényintenzitás 350 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, a hőmérséklet periodicitása 25/20 °C (nappal/éjjel), a relatív páratartalom (RH) 65–75%, a megvilágítás/sötét periódus 16 h/8 h volt.

Az alkalmazott biotrágya a Phylazonit MC[®] viszkózus folyadék, mely két baktériumot, az *Azotobacter chroococcum*ot ($1\text{--}2 \times 10^9$ db/cm³) és a *Bacillus megatherium*ot ($1\text{--}2 \times 10^8$ db/cm³) tartalmaz, a használata biogazdálkodásban is ajánlott. A relatív klorofilltartalom mérését (Spad-index) SPAD-501 (Minolta, Japán) klorofill mérővel végeztük. A fotoszintetikus pigmentek mennyiségét spektrofotometriásan határoztuk meg (Metertek SP-830 UV/VIS, Japán).

Az eredmények értékelését 5 százalékos szignifikancia-szinten, SPSS for Windows 14.0 statisztikai programcsomaggal végeztük.

Eredmények

Kísérleteinkben különböző napraforgó hibrideket használtunk a kadmiummal szembeni érzékenység vizsgálatára, melyek közül kettőt (NK Neoma, Nova) emeltünk ki, mivel ezek jól szemléltetik a többi hibrid reakcióját is.

Kezelés	NK Neoma		Nova	
	M ± Sd	t-érték	M ± Sd	t-érték
CdSO_4 (1 ppm)	45,0 ± 1,0	1,993 ⁿ	42,7 ± 2,3	2,044 ⁿ
CdSO_4 (1 ppm) + Phylazonit	43,7 ± 0,7		45,3 ± 1,2	
CdSO_4 (5 ppm)	39,5 ± 0,3	0,593 ⁿ	38,6 ± 3,1	1,445 ⁿ
CdSO_4 (5 ppm) + Phylazonit	40,6 ± 3,2		41,2 ± 1,6	
CdSO_4 (10 ppm)	26,5 ± 2,1	2,530 *	35,9 ± 2,4	2,104 ⁿ
CdSO_4 (10 ppm) + Phylazonit	33,9 ± 4,6		39,5 ± 2,4	

ⁿ nincs szignifikáns különbség, * $p < 0,05$

1. táblázat A relatív klorofilltartalom változása napraforgó hibrideknél a kadmium és a biotrágya kezelések hatására (átlagérték ± S.D., n=3)

Table 1. Changes in the relative chlorophyll contents of sunflower hybrids seedlings caused by different cadmium and biofertilizer treatments (average value ± S.D., n=3)

Vizsgáltuk, hogy az alkalmazott biotrágya (Phylazonit) képes-e kompenzálni a kadmiumkezelések negatív hatását. Az **1. táblázat** az egyes hibridek 3. levelén mért SPAD-értékeket mutatja a kadmium-szulfátos és az azt kiegészítő biotrágya-kezelés függvényében.

A Spad-index csökkenését figyeltük meg a növekvő kadmiumkoncentráció hatására a kadmiummal és a Phylazonittal is kiegészített kezeléseknél. A biotrágyával kiegészített a kadmiumkezelések SPAD-értéke kedvezőbben alakult, viszont a különbség az esetek többségében nem volt szignifikáns. A Nova hibridnél a kadmium-szulfátos és a Phylazonittal kiegészített kadmium-szulfátos kezelések közötti különbségek nem bizonyultak szignifikánsnak, míg az NK Neoma fajtánál a Phylazonittal kombinált 10 ppm koncentrációjú kadmium-szulfátos kezelés

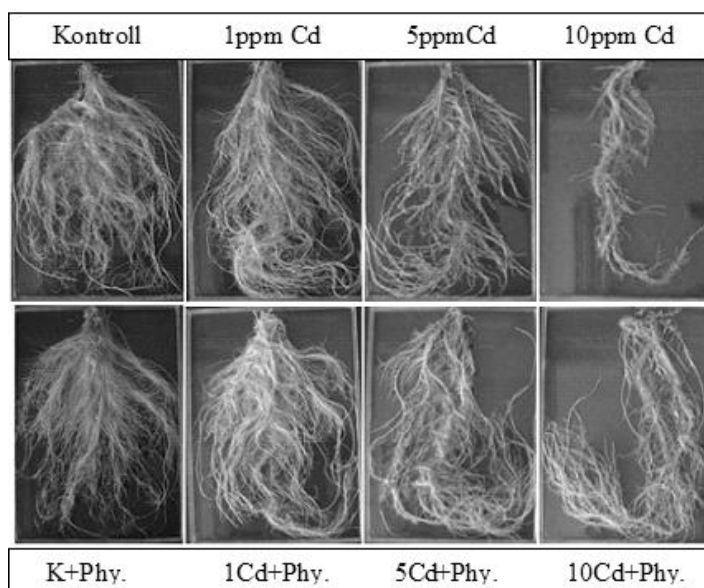
szignifikánsan magasabb SPAD-értéket eredményezett, mint az önmagában alkalmazott 10 ppm -es kadmium-szulfátos kezelés.

Kezelés	NK Neoma		Nova	
	M ± Sd	t-érték	M ± Sd	t-érték
CdSO ₄ (1 ppm)	26,7 ± 2,9	0,398 ⁿ	9,5 ± 1,0	2,449 ⁿ
CdSO ₄ (1 ppm) + Phylazonit	28,8 ± 8,5		17,5 ± 6,5	
CdSO ₄ (5 ppm)	19,0 ± 7,9	0,472 ⁿ	13,8 ± 11,1	0,353 ⁿ
CdSO ₄ (5 ppm) + Phylazonit	21,3 ± 4,8		11,8 ± 2,4	
CdSO ₄ (10 ppm)	9,0 ± 3,6	2,025 [*]	6,5 ± 3,0	0,000 ⁿ
CdSO ₄ (10 ppm) + Phylazonit	17,5 ± 6,5		6,5 ± 3,1	

ⁿ nincs szignifikáns különbség, ^{*} p < 0,05

2. táblázat A gyökér térfogat változása napraforgó hibrideknél a kadmium és a biotrágya kezelések hatására (átlagérték ± S.D., n=3)

Table 2. Changes in root volume of sunflower hybrids seedlings caused by different cadmium and biofertilizer treatments (average value ± S.D., n=3)



1. ábra A különböző kadmiumkezelések hatása az NK Neoma gyökér morfológiájára

Figure 1. Effects of different cadmium treatments on NK Neoma root morphology

Hasonló eredményt kaptunk a gyökértérfogatok mérései során is (**2. táblázat**). Az **1. ábrán** szereplő képek az NK Neoma hibrid gyökerének morfológiai alakulását mutatja a kezelések függvényében. Minden vizsgált hibridnél azt tapasztaltuk, hogy a magas kadmiumkoncentráció hatására a gyökerek térfogata erőteljesen csökkent, viszont a hajszálgyökereken lévő gyökérszőrök megerősödtek. Ennek oka valószínűleg az, hogy a növény így próbálta a kisméretű gyökerek tápanyagfelvevő felületét növelni.

A **3. táblázat** a levelek száraz tömegének eredményei alapján, a két kezeléstípus között is az NK Neoma hibridnél volt szignifikáns különbség, szintén a legmagasabb kadmiumkoncentrációnál.

Kezelés	NK Neoma		Nova	
	M ± Sd	t-érték	M ± Sd	t-érték
CdSO ₄ (1ppm)	0,134 ± 0,010	0,313 ⁿ	0,131 ± 0,012	2,661 ⁿ
CdSO ₄ (1ppm) + Phylazonit	0,137 ± 0,016		0,216 ± 0,054	
CdSO ₄ (5 ppm)	0,113 ± 0,037	0,634 ⁿ	0,135 ± 0,020	2,923 ⁿ
CdSO ₄ (5 ppm) + Phylazonit	0,127 ± 0,008		0,211 ± 0,040	
CdSO ₄ (10 ppm)	0,113 ± 0,027	1,163 [*]	0,124 ± 0,018	0,293 ⁿ
CdSO ₄ (10 ppm) + Phylazonit	0,144 ± 0,039		0,131 ± 0,043	

ⁿ nincs szignifikáns különbség, ^{*} p < 0,05

3. táblázat A levelek száraz tömegének változása napraforgó hibrideknél a kadmium és a biotrágya kezelések hatására (átlagérték ± S.D., n=3)

Table 3. Changes in leaf dry matter accumulation in sunflower hybrids seedlings caused by different cadmium and biofertilizer treatments (average value ± S.D., n=3)

		Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok	Chl a/b	Chl a/c
Nova 3. levél	Kontroll	15,755± 0,55	6,595± 0,57	4,112± 0,22	2,39	3,83
	1ppm Cd	14,540± 0,59	5,414± 0,31	3,604± 0,16	2,69	4,03
	5ppm Cd	10,654± 0,56	3,743± 0,43	2,659± 0,23	2,85	4,01
	10ppm Cd	11,079± 1,24	4,026± 0,54	2,998± 0,35	2,75	3,70
	K+Phy	14,524± 0,22	5,737± 0,30	3,343± 0,07	2,53	4,34
	1+Phy	12,985± 0,90	4,945± 0,57	2,982± 0,36	2,63	4,35
	5+Phy	10,945± 1,65	4,151± 0,36	2,668± 0,41	2,64	4,10
	10+Phy	11,119± 1,28	4,083± 0,51	2,872± 0,41	2,72	3,87
NK Neoma 3. levél	Kontroll	14,748± 1,33	5,597± 0,89	3,818± 0,43	2,63	3,86
	1ppm Cd	14,716± 0,39	5,649± 0,25	3,972± 0,14	2,61	3,70
	5ppm Cd	14,812± 0,32	5,506± 0,15	3,769± 0,17	2,69	3,93
	10ppm Cd	15,019± 0,24	5,584± 0,04	4,0361± 0,11	2,69	3,72
	K+Phy	11,700± 0,81	3,732± 0,42	3,028± 0,14	3,14	3,86
	1+Phy	12,014± 1,31	3,978± 0,43	3,085± 0,34	3,02	3,89
	5+Phy	6,798± 1,54	1,876± 0,50	1,981± 0,45	3,62	3,43
	10+Phy	9,575± 1,63	3,016± 0,73	2,671± 0,41	3,17	3,58

4. táblázat Az abszolút klorofilltartalom változása a napraforgó hibridek 3. levelében a különböző kadmium- és biotrágya-kezelések függvényében (átlagérték ± S.D., n=3)

Table 4. Changes in the absolut chlorophyll contents of sunflower hybrids 3. leaf caused by different cadmium and biofertilizer treatments (average value ± S.D., n=3)

A kadmium mennyiség növelésével csökkent a fotoszintetikus pigmentek mennyisége a Nova fajtánál, míg az NK Neoma esetében nem volt jelentős eltérés a vizsgált pigment mennyiségek között. Az alkalmazott biotrágya kedvező hatása azonban nem volt egyértelmű a klorofilltartalom vizsgálatait során (**4. táblázat**), sőt inkább gyengébb eredményeket mutatott az abszolút klorofill mérési eredményeiben. A Phylazonit kedvező hatása inkább a klorofill a/b arányban az NK Neománál volt végig kifejezett, míg a klorofill a/c aránynál a Nova hibridnél mutatott egyértelmű növekedést.

Megvitatás

Eredményeink alapján megállapítható, hogy a biotrágya-kezelések eredményessége a kadmiumkezelésekkel szemben, függ a Cd-koncentrációjától, illetve a termesztett hibridek egyéni érzékenységétől.

Irodalom

- Duxbury, T. 1985: Ecological aspects of heavy metal responses in microorganisms. *Adv. Microb. Ecol.*, 8: 185–235.
- Filep Gy., Dániel P., Kovács B., Loch J. 1998: Effect of various extractants and extractant/ soil ratio on detected Cu, Pb and Cd concentration. In: Filep Gy. (ed.): *Soil Pollution*. Agricultural University of Debrecen. p. 113–123.
- Kádár I., Morvai B., Szabó L. 1998: Phytotoxicity of heavy metals in long-term field experiments. In: Filep Gy. (ed.): *Soil Pollution*. Agricultural University of Debrecen. p. 138–143.
- Lehoczky É., Szabó L., Horváth Sz. 1998: Cadmium uptake by lettuce in different soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 29: 1903–1912.
- Pinto, A. P., Mota, A. M., de Varennes, A., Pinto, F. C. 2004: Influence of organic matter on the uptake of cadmium, zinc, copper and iron by sorghum plants. *Sci. Tot. Environ.*, 326: 239–247.
- Simon L., Vágvölgyi S., Győri Z. 1999: Kadmium akkumuláció vizsgálata napraforgó (*Helianthus annuus* L.) növényben. *Agrokémia és Talajtan*, 48(1-2): 99–108.

Abstract

PLANT PHYSIOLOGY ANALYSIS OF SUNFLOWER HYBRIDS TREATED WITH CADMIUM AND BACTERIA-BASED BIO-FERTILIZER

ÉVA GAJDOS¹, NÓRA BÁKONYI², MARIANNA MAROZSÁN², RÓBERT VÍG³, SZILVIA VERES⁴ and LÁSZLÓ LÉVAI⁴

¹University of Debrecen, Doctoral School of Kerpely Kálmán
H-4032 Debrecen, Böszörményi str. 138., Hungary, e-mail: egajdos@agr.unideb.hu

²University of Debrecen, Doctoral School of Hankóczy Jenő

³University of Debrecen, Institute of Land Utilization, Technology and Regional Development

⁴University of Debrecen, Institute of Plant Sciences, Department of Agricultural Botany and Crop Physiology,

In the course of agricultural production, toxic elements might get into the soil through the use of artificial fertilizers, soil improving materials, plant protection chemicals, manure, liquid fertilizers, sewage-sludge, polluted irrigation water; these elements might cause nature- and environment protection problems and health issues. Cadmium is even more important among polluting, toxic elements, because it is easily absorbable for the plants – especially on acidic soil – and it also transfers fast within the plant. A high amount is often cumulated without visible symptoms. Therefore, it is reasonable to deal with the nutrient supply of polluted agricultural soils from the aspect of environmental management. The use of bio-fertilizers is an excellent alternative for this, which is not only an environment friendly method; its proper application also has a cost-reducing effect. My experiments covered the cadmium sensitivity analysis of different sunflower hybrids during the simultaneous use of a bacteria-based bio-fertilizer. I compared the starting vigour, plant morphology, the absolute and relative chlorophyll content and the change of dry matter weight of the given hybrids. According to my results, the application of an additional bio-fertilizer treatment had a positive effect on almost every analysed parameter opposite to cadmium treatments.

KÖRNYEZETKÍMÉLŐ TRÁGYÁZÁSI MÓDOK EGY TARTAMKÍSÉRLET EREDMÉNYEI ALAPJÁN

HENZSEL ISTVÁN és GYÖRGYI GYULÁNÉ

DE AGTC KIT Nyíregyházi Kutató Intézet
4400 Nyíregyháza, Westsik V. u. 4-6., e-mail: henzsel@nykk.date.hu, gygyne@nykk.date.hu

Összefoglalás

A mezőgazdasági tevékenységnek lehetnek kedvezőtlen hatásai is a környezetre. A káros környezeti hatások közül leggyakrabban a műtrágyázást szokták megemlíteni. A nagyadagú műtrágyák használatának következménye lehet a felszíni és talajvíz szennyeződése, a talaj savanyodása és szerkezetének romlása, de romolhat a termés minősége, tárolhatósága, vagy akár az egészségre károsan megnövekedhet a termés nitráttartalma. A Westsik vetésforgó tartamkísérlet a tápanyag-utánpótlás különféle lehetőségeit mutatja be: szalma- és istállótrágyázás, fővetésű és másodvetésű zöldtrágyázás. Vannak műtrágyás és műtrágya nélküli kezelések. A kísérlet 14 hároméves és 1 négyéves vetésforgót foglal magába. A kísérlet talaja alacsony humusztartalmú, laza homoktalaj. A tartamkísérlet talaja erősen savanyú-savanyú kémhatású. A trágyázás nélküli kontrollkezelésben is hasonlóan savanyú a talaj, mint a műtrágyás, fővetésű zöldtrágyás vetésforgóban, tehát a vetésforgó kísérletben kijuttatott műtrágya adagok nem savanyítják kimutatható mértékben a talajt. Az istállótrágyázás és az erjesztett szalmatrágyázás vetésforgókban magasabb a talaj kálium-kloridos pH-értéke, mint a zöldtrágyás vetésforgókban. A talaj nitráttartalma növekszik műtrágyázás hatására a tartamkísérletben, de az alkalmazott szerves-trágyázási módok mellett is minden esetben alacsony. Nincs jelentős különbség a fővetésű és másodvetésű zöldtrágyás vetésforgók talajának nitráttartalmában. A nagyobb nitrogén adagú szalmatrágyázás vetésforgókban sem magasabb a talaj nitráttartalma, mint a kisebb adagú zöldtrágyás vetésforgók esetén. A 26,1 t/ha adagú istállótrágyázás hatására hasonló a talaj nitráttartalma, mint a csillagfürt zöldtrágyás vetésforgók esetén. A Westsik vetésforgó tartamkísérletben kijuttatott kisadagú trágyákkal is el lehet érni egy elfogadható termést. Megállapítható, hogy a kísérletben alkalmazott trágyázási módok környezeti hatásai inkább kedvezőek, mint károsak.

Kulcsszavak: vetésforgó, tápanyag-gazdálkodás, szerves-trágyázás

Bevezetés

A növénytermesztés során a terméssel elszállított elemeket pótolni kell. A növények számára felvehető tápelemek pótlása vagy esetleg növelése hogyan, milyen módon valósul meg, az a növénytermesztő feladata. A tápanyag-utánpótlásra különféle szerves- és műtrágyázási lehetőségek állnak rendelkezésre, azonban ezeknek lehetnek kedvezőtlen környezeti hatásai is.

Sarkadi (1975) szerint a műtrágyázás okozta kémhatásváltozások egyrészt a felhasznált anyag sav-, illetve bázisgyök-tartalmától, másrészt a talajban végbemenő folyamatoktól, a trágya-talaj-növény kölcsönhatásaitól függenek. A N-műtrágyák közül az ammónium-gyököt tartalmazók csökkentik a talaj pH-ját. Fiziológiailag savanyúak, a telítetlen talajokon az ammónium, mint kation kicseréli az adszorbeált H egy részét, és a nitrifikáció folyamán is növekszik a talaj H^+ -ion koncentrációja. A foszfor-műtrágyák közül a szuperfoszfát mindig tartalmaz szabad savat is, ezért savanyú kémhatású talajokon nem célszerű használni, mert hozzájárul a talaj savanyodásához. A kálium-műtrágyák, a kálium-klorid, a kálium-szulfát kémiaiilag semleges sók, fiziológiai szempontból azonban savanyúak. A növénytáplálkozás során ugyanis a kationok felvétele H^+ -ionok, az anionoké pedig a vizes oldatban lúgosan hidrolizáló HCO_3^- -ionok leadásával jár együtt. Mivel a növények több kálium-kationt vesznek fel, mint klorid- vagy szulfát-aniont, a gyökérzóna savanyú

kémhatású lesz. Stefanovits (1992) megállapította, hogy a természettől fogva savanyú és homokos, tehát kevés kolloidot tartalmazó, kis tompítóképességű talajokon az ammónium-szulfát, ammónium-klorid, kálium-szulfát és kálium-klorid műtrágyák éveken át nagyobb adagban való rendszeres alkalmazásuk esetén tovább savanyítják a talajt.

Savanyú kémhatású talajban leromlik a talaj szerkezetessége, a víz- és levegő gazdálkodása. Kedvezőtlen humuszanyagok képződnek, az agyagásványok szerkezete szét is eshet, a foszfátok lekötődnek. A tápanyagkationok, a mészkimosódnak a talajból. Szélsőséges esetekben a felszabaduló alumíniumionok mérgezően hatnak a növényzetre. Savanyú talajokban a hasznos talajbaktériumok helyett a mikroszkópikus gombák szaporodnak fel (Kemenes, 1972).

Kádár és Szemes (1994) a Nyírlugosi tartamkísérlet 20. éve után azt találták, hogy meszezés nélkül, műtrágyázás hatására a kálium-kloridos pH-érték 4 alá süllyedt, míg a műtrágyázás nélküli kontrollterületen 4,6 volt.

Kerényi (2001) szerint az oldatba kerülő műtrágyák kimosódhatnak a talajból, így szennyezhetik a talaj- vagy a felszíni vizeket. Kádár és Németh (1993) azt állapították meg, hogy a Nyírlugosi tartamkísérlet homoktalajában viszonylag gyorsan mozog a $\text{NO}_3\text{-N}$, és a kísérlet 17. évében a $\text{NO}_3\text{-N}$ bemosódásának zónája elérte az 5–5,5 m mélységet.

A feltalajban is megnövekedhet a $\text{NO}_3\text{-N}$. Olyan esetben, amikor rendszeresen egyoldalú N-műtrágyázást végeznek, kicsik lesznek a termések, nem kerül felhasználásra a kijuttatott műtrágya, és megnövekszik a nitrátkoncentráció (Kádár és Szemes, 1994).

Szalókiné és Szalóki (2003) vizsgálatai azt mutatták, hogy a lemosódott nitrogén nem mindenesetben vész el a növények számára. A szivárgó vízzel a lemosódó nitrogén a szivárgási mélység alsó részén halmozódik fel, ahonnan a növények még felvehetik, ha a felhalmozódási réteg a gyökerezési zónában található.

A trágyák kémiai hatásai között nem elhanyagolható a sóhatásuk sem. Mint a vízben többé-kevésbé jól oldódó anyagok a talajoldat sótartalmát jelentős mértékben megnövelhetik, és ezen keresztül egyrészt a talajoldat ozmózisos nyomása nő meg, másrészt a talajoldat ionösszetételének és töménységének megváltozása hat az adszorbeált kationok megoszlására is (Stefanovits, 1992).

Az intenzív műtrágyázás hatására (főként a nitrogén műtrágyák esetén) kedvezőtlenül változik a termés beltartalma, minősége, romlik a szállíthatósága, eltarthatósága. Magas lehet a termés nitráttartalma (Sántha, 1996).

A műtrágyázás során használt nitrogénformák is befolyásolhatják a nitrát-felhalmozódást a termésekben. Nádasyné (1999) nitrogénformák hatását vizsgálta saláta növény NO_3 -akkumulációjára. Megállapította, hogy ugyanolyan dózis mellett az egyoldalú NO_3 -táplálás növelte ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ műtrágya) legnagyobb mértékben a raktározott nitrát mennyiséget a saláta levélben. Ezt a vegyes táplálású (NH_4NO_3 műtrágya), majd az ammóniummal ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ műtrágya) táplált növények NO_3 -akkumulációja követte.

A dolgozatban bemutatjuk, hogy különböző trágyázási módok hatására hogyan alakul egy homoktalaj kémhatása és nitráttartalma.

Anyag és módszer

A kísérletet 1929-ben állította be Westsik Vilmos. A kísérlet vetésforgó-rendszerűen lett kialakítva. A kísérletben 15 vetésforgó található, melyek közül tizennégy három éves, és egy van, mely négy éves. A vetésforgók mindegyikében megtalálható a rozs és a burgonya növény (**1. táblázat**). A vetésforgók mindegyik szakasza elvetésre kerül minden évben. A kísérlet a tápanyag-utánpótlás különböző lehetőségeit mutatja be. Megtalálható a fő- és másodvetésű zöldtrágyázás, a szalma- és istállótrágyázás.

Az I. vetésforgóban sem szerves, sem műtrágyázás nem történik. A II. vetésforgó első szakaszában fővetésben csillagfűt van vetve zöldtrágyának. A III. vetésforgó első szakaszában csillagfűt magtermesztés történik. A VIII. vetésforgóban a csillagfűt megtalálható fő- és másodvetésben is: az első szakaszban magtermesztés céljából, míg a második szakaszban

másodvetésű zöldtrágyának van vetve. A IX. vetésforgóban a csillagfürt zöldtakarmánnyként kerül felhasználásra.

Vetésf. jele	1. szakasz	2. szakasz	3. szakasz	4. szakasz
I	Parlag	Rozs	Burgonya	
II	Csillagfürt zöldtr.	Rozs	Burgonya	
III	Csillagfürt	Rozs	Burgonya	
IV	Rozs	Burgonya	Rozs	
V	Rozs	Burgonya	Rozs	
VI	Rozs	Burgonya	Rozs	
VII	Rozs	Burgonya	Rozs	
VIII	Csillagfürt	Rozs+csillf. zöldtr.	Burgonya	Rozs
IX	Csillagfürt zöldtak.	Rozs	Burgonya	
X	Zabos bükköny	Rozs	Burgonya	
XI	Zabos bükköny	Rozs	Burgonya	
XII	Rozs ztak.+csf.zöldtr.	Rozs	Burgonya	
XIII	Rozs+csillf.zöldtr.	Burgonya	Rozs	
XIV	Rozs+csillf.zöldtr.	Burgonya	Rozs	
XV	Rozs+csillf.zöldtr.	Burgonya	Rozs	

1. táblázat A Westsik-féle kísérlet vetésforgó szakaszai

Table 1. Rotation treatments and crop sequences in Westsik's crop rotation experiment

A XII-XV. vetésforgókban másodvetésű zöldtrágyázás történik. A XII. őszi vetésű zöldtakarmány-termesztéses vetésforgó első szakaszában található a takarmánynövény, mely május elejéig kerül betakarításra. Ezt követően csillagfürt van vetve zöldtrágyának. Ez korábbi vetésű, mint a rozsarátást követő másodvetésű zöldtrágyázás esetén, de későbbi vetésű, mint a II. fővetésű zöldtrágyás vetésforgóban. A XIII., XIV. és XV. vetésforgókban a rozs betakarítást követően, július végén – augusztus elején kerül elvetésre a csillagfürt. A XIII. vetésforgóban tavasszal történik a csillagfürt leszántásra, a XIV vetésforgóban pedig ősszel. A XV. másodvetésű zöldtrágyás vetésforgó műtrágyázásban nem részesül.

A szalma- és istállótrágyás vetésforgókban a szerves trágyák kijuttatása a vetésforgók első szakaszában történik. A IV. vetésforgó trágyázása nyersszalmával (3,5 t/ha) történik, az V. vetésforgóban nitrogén műtrágyával erjesztett szalmatrágya (11,3 t/ha), a VI. és VII. vetésforgóban műtrágya nélkül, vízzel erjesztett szalmatrágya (26,1 t/ha) kerül kijuttatásra. A X. és XI. vetésforgóban 26,1 t/ha istállótrágya kerül kiszórásra.

Tizenegy vetésforgóban műtrágya kijuttatására is sor kerül, négyben viszont egyik szakaszban sem juttatunk ki semmilyen műtrágyát (**2. táblázat**). A műtrágyázott vetésforgók a 3, illetve 4 (VIII.) év alatt összesen, egységesen 94 kg/ha/3év P₂O₅ és 84 kg/ha/3év K₂O hatóanyag műtrágyát kapnak. A nitrogén műtrágya dózisokban különbségek vannak. Kevesebbet kap a II., III., XI. és XII. vetésforgó kísérlet, ezek 43 kg/ha/3 év hatóanyag N-t kapnak. Több nitrogént juttatunk ki a VIII., IX., XIII. és XIV. vetésforgóra: 86 kg/ha/3, illetve 4 év. A vetésforgók közül a legnagyobb mennyiségű nitrogént kapják a szalmatrágyás vetésforgók, ezek a IV., V. és VI. kísérletek, ezek 108 kg/ha/3 év hatóanyag N-műtrágyázásban részesülnek.

A kísérleti terület talaja alacsony humusztartalmú, laza homoktalaj. A talaj mechanikai összetételét tekintve durvahomok (0,25–1,0 mm) 1,1%, közepes homok (0,05–0,25 mm) 91,0%, finomhomok (0,02–0,05 mm) 2,6%, iszap (0,01–0,02 mm) 2,5%, az agyagfrakció (0,002 mm-nél kisebb) 2,8%. A talaj Arany-féle kötöttségi értéke 27–29. A talaj humusztartalma 0,5–1,0%.

Vetésf. jele	1. szakasz			2. szakasz			3. szakasz			4. szakasz		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
I												
II		63	56		31	28	43					
III		63	56		31	28	43					
IV	65	47	56	43	47	28						
V	65	47	56	43	47	28						
VI	65	47	56	43	47	28						
VII												
VIII		32	28	43	31	28		31	28	43		
IX		63	56	43	31	28	43					
X												
XI		63	56		31	28	43					
XII		63	56		31	28	43					
XIII	43	32	28	17	31	28	26	31	28			
XIV	43	32	28	17	31	28	26	31	28			
XV												

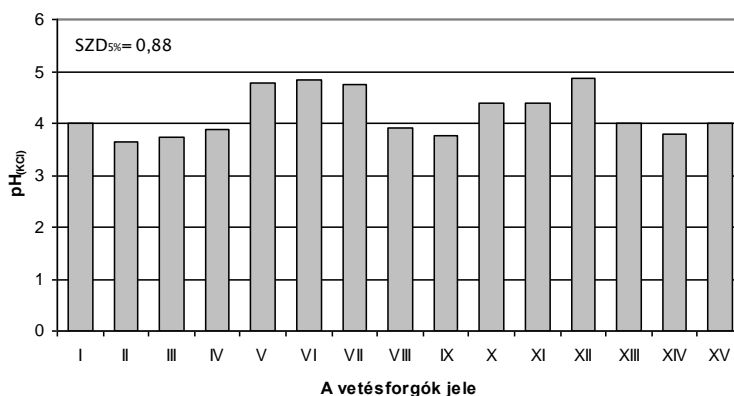
2. táblázat A Westsik-féle kísérlet műtrágya adagjai (kg/ha)

Table 2. Rates of fertilizers in Westsik's crop rotation experiment (kg/ha)

A vizsgálathoz 2008-ban, három ismétlésben szedtünk átlag talajmintát. Egy átlagminta kilenc helyről szedett részminta összekeverésével lett készítve. A mintavétel mélysége 25 cm. A KCl-os szuszpenzióban mért pH-érték meghatározása a MSZ-08 0206/2:1978, 2.1, a (NO₂+NO₃)-nitrogén meghatározása a MSZ 20135:1999 vizsgálati módszer szerint történt. Az adatok értékelése a MS Excel és az SPSS 13.0 program segítségével történt.

Eredmények

A KCl-os szuszpenzióban mért pH-érték az erősen savanyú és savanyú tartományba esnek (1. ábra). A vetésforgókat összehasonlítva a kisebb pH-értékek (pH_(KCl)= 3,6–3,7) a fővetésű csillagfürt zöldtrágyás (II.), a csillagfürt magtermesztéses (III.) és a fővetésű csillagfürt zöldtakarmány-termesztéses (IX.) vetésforgókban találhatók.

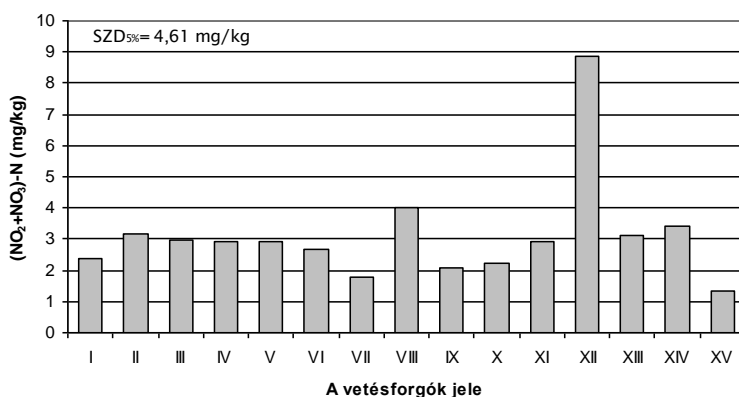


1. ábra pH_(KCl)-értékek a Westsik-féle vetésforgó kísérlet talajában

Figure 1. pH_(KCl) of the soil in Westsik's crop rotation long-term experiment

A másodvetésű csillagfürt zöldtrágyás vetésforgók (XIII., XIV., XV.) talajában mért pH-értékek ($\text{pH}_{(\text{KCl})} = 3,8\text{--}4,0$) valamelyest magasabbak, mint a fővetésű csillagfürtöt tartalmazók esetén, azonban lényeges különbség nem található közöttük. Alacsony a VIII. vetésforgóban is a KCl-os pH (3,92), melyben a csillagfürt fő- és másodvetésben is megtalálható. A XII. másodvetésű zöldtrágyás vetésforgóban magasabb a KCl-os pH-érték, mint a többi zöldtrágyás vetésforgóban. A XII. vetésforgó kettő szakaszában rozs található. Az első szakaszban zöldtakarmánynak, a második szakaszban magtermesztés céljából van vetve. A csillagfürt másodvetésben a zöldtakarmány betakarítását követően van vetve (máj. eleje), mely korábbi vetésű, mint a XIII., XIV. és XV. vetésforgókban. A XII. vetésforgóban a többi zöldtrágyás vetésforgóhoz viszonyítva talált magasabb pH okának megállapításához további vizsgálatokat tartunk szükségesnek. Az istállótrágyás vetésforgókban (X., XI.) magasabbak a KCl-os pH-értékek, mint a fő- vagy másodvetésű csillagfürtöt tartalmazó vetésforgók talajában. A különbség itt sem jelentős, mintegy 0,4–0,8 pH-érték, azonban a tendenciát tekintve megjegyezhető, hogy az istállótrágyázás kedvező hatású. A vetésforgók közül magasabb pH-értékeket az erjesztett szalmatrágyás vetésforgók (V., VI., VII.) talajában lehet mérni. A szalmatrágyás vetésforgókat összehasonlítva savanyúbb kémhatású az erjesztés nélküli szalmatrágyás vetésforgó (IV.) talaja, mint azokban a vetésforgókban (V., VI., VII.), ahová erjesztett szalmatrágya kerül kijuttatásra. Meg kell említeni, hogy a IV. vetésforgóban kisebb szalmatrágya adag (3,5 t/ha) kerül kijuttatásra, mint az V., VI. és VII. vetésforgókban (11,3–26,1 t/ha). A műtrágya nélküli és műtrágya kiegészítésben is részesülő szerves trágyás vetésforgók talajának kémhatása között nincs igazán különbség. A műtrágya nélküli XV. zöldtrágyás vetésforgóban 4,01 a KCl-os pH, míg a műtrágyázásban is részesülő XIII. és XIV. vetésforgókban 3,78 és 3,99 közötti. A műtrágya nélküli VII. erjesztett szalmatrágyás vetésforgóban 4,76 pH-értéket mértünk, a műtrágyázott V. és VI. erjesztett szalmatrágyás vetésforgókban 4,77–4,84 között találtuk a pH-t. A műtrágya nélküli X. istállótrágyás vetésforgóban 4,4 a KCl-os pH, és a műtrágyás XI. istállótrágyás vetésforgóban is hasonló, 4,39. A kontrollnak tekintett I. vetésforgóban, ahol sem szerves, sem műtrágyázás nem történik, átlag körüli KCl-os pH-értéket (3,99) lehet mérni: valamelyest magasabb, mint a zöldtrágyás vetésforgók esetén, és alacsonyabb, mint az istállótrágyás vagy a szalmatrágyás vetésforgók többségénél.

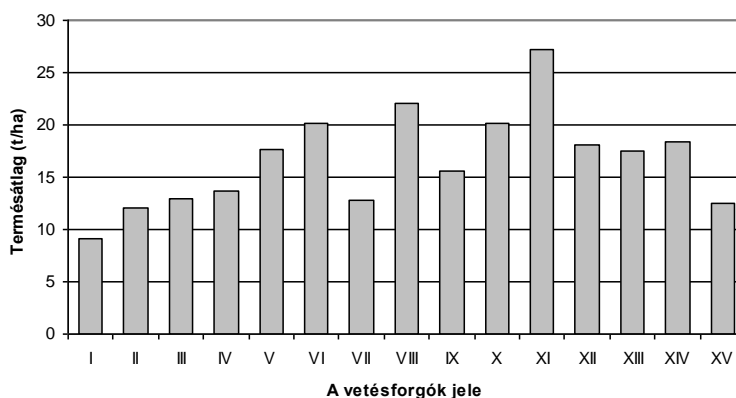
A Westsik-féle vetésforgók talajában minden esetben alacsony nitrátértéket találtunk (**2. ábra**). A vetésforgók közül a kisebb nitrátértékek a műtrágya nélküli (XV., VII., X., I.) és a IX. csillagfürt zöldtakarmány-termesztéses vetésforgók talajában találhatók (1,33–2,37 mg/kg ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3$)-N). Ezekből valamelyest nagyobb a talaj nitráttartalma a műtrágyázásban is részesülő szalma- és istállótrágyás vetésforgókban (2,65–2,94 mg/kg ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3$)-N). A kísérletben a nagyobb nitrátértékek a csillagfürt magtermesztéses, csillagfürt fő- és másodvetésű zöldtrágyás vetésforgók talajában találhatók (2,99–4,00 mg/kg ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3$)-N).



2. ábra A nitrit és nitrát nitrogéntartalom a Westsik-féle vetésforgó kísérlet talajában
Figure 2. ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3$)-N content of the soil in Westsik's crop rotation long-term experiment

A XII. vetésforgóban található nitráttartalmat (8,88 mg/kg (NO₂+NO₃)-N) a többi vetésforgóhoz viszonyítva kiugróan magasnak tartjuk. Az adatokat vizsgálva azt találtuk, hogy e vetésforgó három szakasza közül csak egyben magas a nitráttartalom, még pedig ott, ahol csillagfürt található, a másik kettőben viszont hasonló, mint a többi másodvetésű zöldtrágyás vetésforgóban. Ennek oka az lehet, hogy a talajmintaszedés előtt leszántott zöldhüvelyes csillagfürt abban az állapotban volt, amikor a baktériumok által megkötött nitrogén a gyökérgümők bomlása következtében felszabadult, és nagy koncentrációban volt jelen. Az hogy a fővetésű zöldtrágyás vetésforgó (II.) csillagfürt szakaszában nem volt kimutatható ilyen magas nitráttartalom, azért lehetséges, mert itt nem közvetlenül a leszántást követően lett szedve a talajminta (ez korábbi vetésű és korábbi leszántású, mint a XII. vetésforgóban), hanem a csillagfürt magtermesztéses vetésforgókkal együtt a csillagfürtmag betakarítását követően.

A **3. ábrán** bemutatjuk, hogy hogyan alakul a tartamkísérlet utolsó tíz évének burgonyatermése. A trágyázás nélküli I. vetésforgóban 10 t/ha alatti a burgonyatermés. 10 és 15 t/ha közötti termést ad a műtrágya nélküli szalmatrágyás (VII.), a műtrágya nélküli másodvetésű zöldtrágyás (XV.), a fővetésű zöldtrágyás (II.), a csillagfürt magtermesztéses (III.), és az erjesztés nélküli szalmatrágyás (IV.) vetésforgó. 15 és 20 t/ha közötti burgonyatermést lehet átlagosan betakarítani az utóbbi időszakban az V. és VI. szalmatrágyás, a XII., XIII. és XIV. másodvetésű zöldtrágyás vetésforgókban, és a műtrágya nélküli X. istállótrágyás vetésforgóban. 20 t/ha feletti burgonyatermést ad a VIII. fő- és másodvetésű csillagfürtöt is tartalmazó vetésforgó, valamint a XI. istállótrágyás vetésforgó, amely még műtrágya kiegészítésben is részesül.



3. ábra Burgonyatermés a Westsik-féle vetésforgó kísérletben (2000–2009)
Figure 3. Potato yield in Westsik's crop rotation long-term experiment (2000–2009)

Vizsgáltuk, hogy mutatható-e ki összefüggés a talajsavanyúság, a talaj nitráttartalma és a tartamkísérlet utolsó tíz évének burgonya termésátlaga között (**3. táblázat**).

Person-féle korreláció	pH _(KCl)	NO ₂ +NO ₃ -N
Burgonya termésátlag (2000–2009)	0,345	0,240

3. táblázat A lineáris összefüggés korrelációs együtthatói (r-értékek)
Table 3. Correlation coefficients of the linear relationship (r-values)

A burgonyatermés valamint a KCl-os pH és a nitráttartalom között csak laza összefüggés mutatható ki. Ez azt jelenti, hogy a burgonyatermést más tényezők jobban befolyásolják, mint a kísérlet talajában talált nitráttartalom, vagy talajsavanyúság.

Megvitatás

A műtrágyázott vetésforgókban is hasonló a talaj KCl-os pH-értéke, mint a műtrágya nélküli vetésforgókban. Megállapítható, hogy a kísérletben végzett műtrágyázásnak, az itt alkalmazott műtrágyaadagoknak nincs jelentős mértékű talajsavanyító hatásuk. A szervestrágyaformáknak eltérő a hatása. A zöldtrágyás vetésforgókban hasonló vagy alacsonyabb a talaj pH-értéke, mint a kontrollkezelésben, míg az istállótrágyás és szalmatrágyás vetésforgókban magasabb. Ennek a következő lehet az oka. A zöldtrágya kedvező hatása abban nyilvánul meg, hogy a csillagfürt zöldtrágyanövény leszántásakor nagy nedvességtartalmú, könnyen lebomló szerves anyag kerül a talajba. A zöldtrágyázást követően termesztett növény gyorsan hozzá jut a tápanyagokhoz. Itt nem várható a talajban nagy szervesanyag-növekedés. Az istálló- vagy szalmatrágyázás során már tágabb C:N arányú szerves anyag kerül a talajba, mely lassabb ütemben bomlik le, mint a zöldtrágya, így nagyobb mértékben növelheti a talaj szervesanyag-készletét. Ahol nagyobb a talaj szervesanyag-tartalma, ott jobban képes a talaj tompítani a műtrágyák savanyító hatását, vagy esetleg akár emelkedhet is a talaj pH-értéke.

A kísérletben végzett kezelések egyik esetben sem eredményeztek magas nitráttartalmat a vizsgált talajrétegben. A kijuttatott műtrágyák növelték a talaj nitráttartalmát, de ezek az értékek is alacsonyak. A háromévente kijuttatott 26,1 t/ha istállótrágya hatására sem növekszik meg jelentősen a talaj nitráttartalma. A szalmatrágyás vetésforgókban a többi vetésforgóhoz (43–86 kg N/ha/3 év) viszonyított nagyobb adagú (108 kg N/ha/3év) nitrogén műtrágya is csak egy átlagos nitráttartalmat eredményezett. Annak, hogy a kísérletben alkalmazott tápanyagután-pótlási módok nem okoztak magas nitráttartalmat a talajban, az lehet a magyarázata, hogy a kijuttatott szerves trágya mennyiségek, és a különböző nitrogén műtrágyaadagok sem haladták meg a termesztett növények tápanyagigényét, így azokat hasznosítani tudták. Azokban a vetésforgókban, ahol csillagfürt van, mindegy, hogy fővetésben vagy másodvetésben, nagyobb a talaj nitráttartalma, mint a nagyobb N-műtrágyaadagú szalmatrágyás vetésforgókban. A vetésforgóban elhelyezett pillangósvirágú növényeket igen kedvezőnek tartjuk, mert a velük együtt élő baktériumok képesek a légköri nitrogént megkötni, és növelni a talaj tápanyagkészletét. Így a trágyázás költsége csökkenthető.

A termésadatok alapján megállapítható, hogy egy alacsony humusztartalmú, laza homoktalajon a kisadagú trágyáknak is nagy jelentősége van, akár meg is lehet duplázni a termést. A Westsik-féle kísérletben találhatók olyan kezelések, melyekkel nyolcvan év után is el lehet érni 20 t/ha feletti burgonyatermést úgy, hogy a környezet nem károsodik észrevehető mértékben.

Irodalom

- Kádár I., Németh T. 1993: Nitrát bemosódásának vizsgálata műtrágyázott tartamkísérletben. *Növénytermelés*, 42: 331–338.
- Kádár I., Szemes I. 1994: A Nyírlugosi tartamkísérlet 30 éve. Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest. 248 p.
- Kemenes E. 1972: Földművelés – talajerőgazdálkodás. Akadémiai Kiadó, Budapest. 427 p.
- Kerényi A. 2001: Általános környezetvédelem. Mozaik Kiadó, Szeged. 383.
- Sarkadi J. 1975: A műtrágyaigény becslésének módszerei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 252.
- Sántha A. 1996: Környezetgazdálkodás. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 368 p.
- Stefanovits P. 1992: Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 379 p.
- Szalókiné Zima I., Szalóki S. 2003: Nitrátlemosódás vizsgálata liziméteres és szabadföldi tartamkísérletben. *Agrokémia és Talajtan*, 52(1–2): 35–52.

Abstract

ENVIROMENTALLY SOUND PLANT NUTRITION BASED ON RESULTS FROM A LONG-TERM FIELD EXPERIMENT

ISTVÁN HENZSEL and GYULÁNE GYÖRGYI

Research Institute of Nyíregyháza, CAAES, RISF, UD,
H-4400 Nyíregyháza, Westsik V. u. 4-6., Hungary, e-mail: henzsel@nykk.date.hu,
gygyne@nykk.date.hu

Agricultural production can have an adverse impact on the environment. The use of industrial fertilizers is thought to account for a substantial part of the adverse effects of agriculture. High rates of fertilizers can harm the environment by contaminating the ground water and surface water, acidifying soils and being destructive to soil structure. Besides, the quality and storability of the crop may also be affected, and even the nitrate content may increase to a level harmful to health. The Westsik's crop rotation long-term experiment demonstrates different ways of plant nutrient supply, namely the application of straw and farmyard manure, green manure as main crop and as secondary crop, all these with and without industrial fertilizer. There are 14 rotation treatments of three years, and 1 rotation treatment of four years cycle in the experiment. The soil of the experiment is a light sandy soil, and low in organic matter. Soil pH and nitrate-N content is discussed, as affected by the different fertilization treatments. Soil pH of the experimental site is ranging from acidic to highly acidic. Fertilizer application did not exert any detectable acidifying effect on the soil, since soil pH in the unfertilized check treatment is similar to that of the fertilized and green-manured treatment. In rotation treatments with farmyard manure and fermented straw manure soil pH (KCl) was measured higher than in rotation treatments with green manure. Fertilizer application increases the nitrate-N content in the soil, but the level of nitrate -N is low in each of the farmyard manured treatments. There is no substantial difference in nitrate-N of the soil between green manure as main crop and green manure as second crop. Soil nitrate-N in the straw manure treatments with high fertilizer nitrogen is not higher than in green manure treatments with low nitrogen fertilizer. Soil nitrate-N in the 26.1 t/ha farmyard manure treatment is similar to the lupin green manure treatment. In Westsik's crop rotation long-term experiment, a reasonable crop-yield can be obtained with low rates of fertilizers. It can be concluded, that fertilizer treatments used in the experiment are rather beneficial than harmful to the environment.

A NEMZETI PARK IGAZGATÓSÁGOK GAZDÁLKODÁSA ÉS A VIDÉKFEJLESZTÉSBEN JÁTSZOTT SZEREPLŐK

HORVÁTH KITTI és NAGY GABRIELLA MÁRIA

Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar
9400 Sopron, Ady E. u. 5. e-mail: gbrll_nagy@emk.nyme.hu

Összefoglalás

A nemzeti park -igazgatóságok kezelésében lévő területeken a legjelentősebb területhasználati módok a gyepter- és az erdőgazdálkodás. A védett területek 70%-a idegen vagyonkezelésben van. A nemzeti park -igazgatóságok csak 30% felett rendelkeznek vagyonkezelői joggal, melynek egy részét ténylegesen saját maguk gyakorolják, másik részét pedig haszonbérleti szerződéseken keresztül közvetett módon kezelik. Ennek a 30%-nak jelentős része gyepter művelési ágban van. Az idegen vagyonkezelés alatt levő területek pedig nagyrészt erdők, melyeket az állami erdőgazdálkodás kezelnek. A gyeptergazdálkodás ad elsődlegesen lehetőséget egy természetközeli mintagazdálkodás kialakítására, ami a komplex vidékfejlesztési terveknek is az egyik fő célterülete. A nemzeti parkok gazdálkodása a vidék számára példa értékű lehet. A megfelelő szakember gárda lehetővé teszi a komplex gazdálkodási módok bevezetését és tesztelését, ami így nagyobb eséllyel ültethető át az adott tájegységre.

Kulcsszavak: költségvetés, élőhelykezelés, gazdálkodás, vagyongazdálkodás

Bevezetés

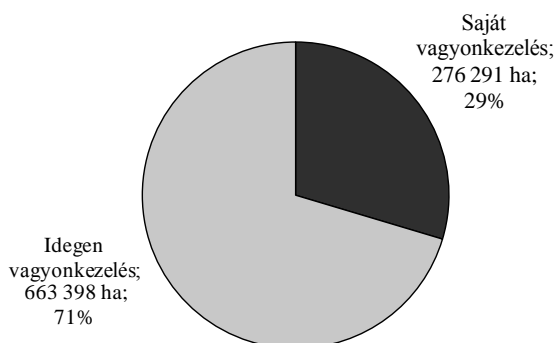
A nemzeti parkok egyik kiemelkedő feladata a működési területükön elhelyezkedő természetes és természetközeli biotópok megőrzése, a hagyományos tájhasználat fenntartása. Ennek érdekében a szántó, gyepter, kert, szőlő, gyümölcsös, nádas, halastó, erdő és kivett művelési ág besorolási területeiket egyrészt haszonbérbe adva, gazdálkodón keresztül tartják fenn, másrészt saját erőforrásait felhasználva igyekeznek a legjobb környezeti állapotot elérni. A természetvédelem számára is egyre fontosabb, hogy a természetközeli gazdálkodás révén bevételhez jusson. Az állami hozzájárulás a nemzeti parkok költségvetéséhez egyre csökken. Ha növelni tudnák saját bevételeiket, az biztosabbá tenné a nemzeti parkok létét, tevékenységeiknek a fenntartását. A nemzeti parkok hatékony és hosszú távú működéséhez elengedhetetlen, hogy rendelkezzenek saját forrásokkal. Fontos lenne arra törekedni, hogy minél több lábon álljanak ezek a szervezetek.

Anyag és módszer

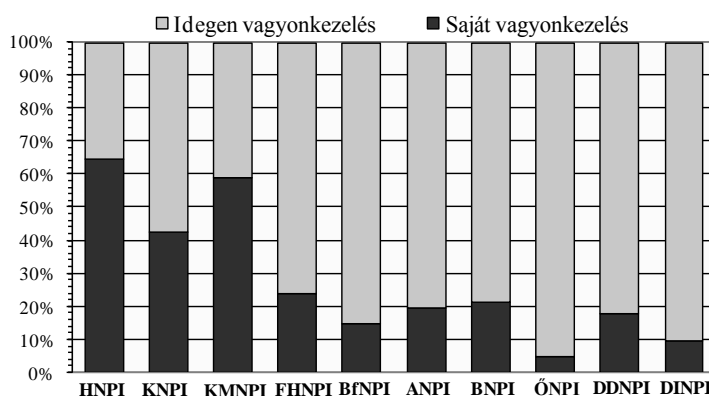
A nemzeti parkok éves beszámolóit alapján mutatjuk be az igazgatóságok működését, lehetőségeiket. A tanulmányozott évek a tíz igazgatóságnál 2007, 2008, 2009 voltak. Ez alól kivételt képez a támogatások és kiadások kiértékelése, amikor a 2005-ös és 2006-os évi beszámolókkal kibővítettük a vizsgálatot azért, hogy pontosabb képet kapjunk. A többi esetben elégnék bizonyult három év vizsgálata, hiszen nem folyamatokat akartunk bemutatni (komoly területi változások nem voltak), hanem a három év átlagával dolgozva ismertük meg közelebbről a hazai nemzeti park igazgatóságok működését.

Eredmények

A nemzeti parkok vagyongazdálkodásában elsődleges fontosságú a kezelésükbe adott területek hasznosítása. A hasznosítás szakmai, természetvédelmi követelményein túl, ezek a területek biztosíthatják az egyik fő bevételi forrást számukra. A védett területek vagyongazdálkodásának megoszlását bemutató grafikonokon (1., 2. ábra) látható, hogy a teljes területből 29 %-ot kezelnek maguk a nemzeti park igazgatóságok.



1. ábra Hazai védett területek vagyongazdálkodásának megoszlása, 2007–2009
Figure 1. Trusteeship repartition of protected areas in Hungary, 2007–2009



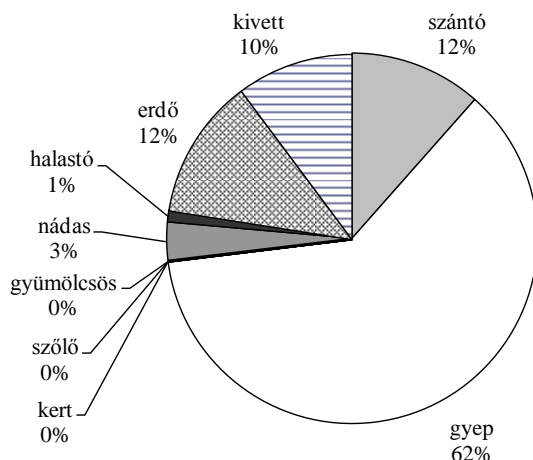
2. ábra Védett területek vagyongazdálkodásának megoszlása igazgatóságok szerint, 2007–2009 átlaga alapján

(ANPI: Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, BNPI: Büki Nemzeti Park Igazgatóság, BfNPI: Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság, DDNPI: Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság, DINPI: Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, FHNPI: Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság, HNPI: Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, KMNPI: Körös-Maros Nemzeti Park Igazgatóság, KNPI: Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság, ÖNPI: Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság)

Figure 2. Trusteeship repartition of protected areas in Hungary by directorates, in the average of 2007–2009

(ANPI: Aggtelek National Park Directorate, BNPI: Bükk National Park Directorate, BfNPI: Balaton Uplands National Park Directorate, DDNPI: Duna-Dráva National Park Directorate, DINPI: Danube-Ipoly National Park Directorate, FHNPI: Fertő-Hanság National Park Directorate, HNPI: Hortobágy National Park Directorate, KMNPI: Körös-Maros National Park Directorate, KNPI: Kiskunság National Park Directorate, ÖNPI: Őrség National Park Directorate)

A **3. ábrán** látható, hogy a saját vagyonkezelésen belül a különböző művelési ágak hogyan oszlanak meg. A művelési kategóriák közül a gyepeket és az erdőket emeljük ki, hiszen a védett területeknek ez a legjelentősebb része. Emellett érdekes és jellemző problémákat is felvetnek. Az erdők helyzete politikai kérdésekre hívja fel a figyelmet, míg a gyepek esetén találkozhatunk a vidéket általánosságban érintő legfontosabb problémákkal.



3. ábra Nemzeti park igazgatóságok saját vagyonkezelésű területeinek megoszlása területhasználati kategóriák szerint, 2007–2009 időszakban

Figure 3. Trusteeship repartition of land use categories in protected areas maintained by national parks, 2007–2009

Erdők

A fenti vagyonkezelési arányokat bemutató grafikonból látható, hogy a védett területek idegen vagyonkezelésének aránya nagyon kiugró: összességében, átlagosan 70%. Azaz a védett területek mindössze 30%-án dönt vagyonkezelőként a természetvédelem szervezete. Ez azzal magyarázható, hogy a védett területek jelentős része erdő művelési ágba tartozik és ezen területek jelentős részét (több, mint 90%) az állami erdőgazdasági zrt.-k kezelik, a döntési jogkör illetően megosztása állandó konfliktus helyzetet eredményez az erdészetek és a természetvédelem között. A természetvédelmi szervek többnyire szeretnék saját kezelésbe venni ezeket a védett területeket, míg az erdészetek ragaszkodnak a megtartásukhoz. Egyelőre tisztázatlan, hogy mi lesz a védett erdők vagyonkezelésének sorsa, hiszen jelenleg az új kormány, új miniszter miatt a téma ismét felmerült, aktuálissá vált. A legfontosabb kérdés persze az, hogy melyik oldal tudná jobban biztosítani ezen erdők természetvédelmi értékeinek fenntartását. Az erdészet hagyományos, tartamos gazdálkodási elvei (melyeket az új erdőtörvény is messzemenően megkövetel) javarészt lefedik a fenntarthatóság fogalmát, viszont a természetvédelem ennél többre törekszik, az erdők ökoszisztémájának teljesebb megővására, bár kevésbé kiforrott módszertannal.

2009-ben 406 888 ha erdő volt természetvédelmi oltalom alatt, az összes védett terület pedig ebben az évben 846 537 ha volt, azaz a védett területek közel 50%-a erdő. 2009-ben 31 783 ha erdőt kezelt természetvédelmi szerv, ez a védett erdők 7,8 %-át teszi ki. Mindez részben magyarázza az egyes igazgatóságoknál tapasztalható különbséget: ott magasabb a saját vagyonkezelés aránya, ahol alapvetően kevesebb erdő található és a gyepek vannak túlsúlyban.

Gyepek

A **3. ábrán** jól látható, hogy a nemzeti parkok kezelésében lévő területhasználati kategóriák közül a gyepek vannak abszolút túlsúlyban. A parkok összesen 171 213 ha védett gyepet tudhatnak

saját vagyonekezelésben (összes saját vagyonekezelésű terület 62%-a). Ebből következik, hogy az igazgatóságoknak nagy hangsúlyt kellene fektetniük a legeltetéses állattartásra, hiszen a gyepek kezelésének ez volna az ideális módja. A kaszálás sok esetben nehezen kivitelezhető kényszermegoldás, viszont mindenképpen szükségserű ott, ahol megfelelő állatsűrűséggel nem oldható meg a legeltetés. Mindez szorosan összefonódik a vidéket érintő legfontosabb problémákkal: a munkanélküliséggel és a népesség összetételének és eloszlásának kedvezőtlen tendenciáival. A legtöbb helyen ugyanis az a probléma, hogy nincs, aki legeltessen, nincs mivel legeltetni és a kaszálásra is nehézkes munkaerőt találni.

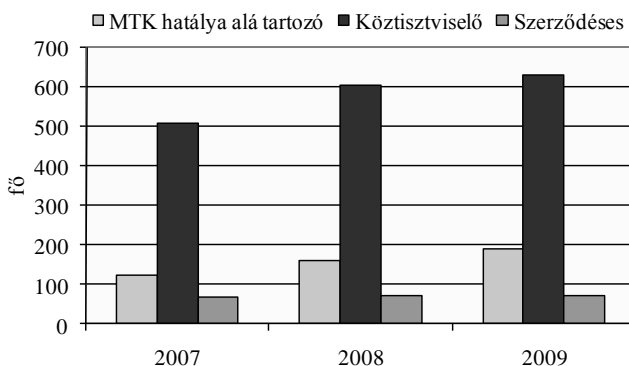
A honos fajták külterjes tartása ideális megoldásnak tűnhet a problémára: a kedvezőtlen körülményeket jól bírják, őshonos háziállatok, legelési szokásaik is megfelelnek a védett területeken általában kívánatosnak. Azonban az extenzív állattartással foglalkozóknak számos problémával kell megküzdeniük. Magas minőségű húst állítanak elő, azonban ezt vagy eladják úgy, mint a konvencionális termékeket (értéken alul), vagy megbirkóznak az ökológiai tanúsítás sok követelményt támastzó, költséges, több éven át tartó procedúrájával. Fontos megjegyezni, hogy lehet nagyon jó minőségű a hús, de nem bio! Ekkor viszont ismét fennáll a veszélye, hogy magas minőség párosul átlagos átvételi árral. Tanúsítási rendszert bevezetni kellően nagy üzemméret hiányában nem jövedelmező, tehát a kistermelők ebből a körből eleve kiszorulnak. Szintén komoly probléma a vágóhidak hiánya: bio-minősítésű állatot nem lehet bármilyen körülmények között vágni. Sok esetben igen messzire kell szállítani az állatokat. Ez jelentősen megnöveli a költségeket és a szállítás környezetterhelése is számottevő.

A minőség biztosítására a nemrég bejegyzett Nemzeti Parki Termék védjegye jó megoldás lehet, amennyiben egy olyan rendszert alkalmaznak, melyhez könnyen csatlakozhatnak a gazdálkodók is. Azonban ez csak a védett területeken gazdálkodók számára lesz elérhető és azok problémáját, akik a védett területeken kívül állítanak elő minőségi, extenzív gazdálkodásból származó, de nem ökológiai minősítésű terméket; nem oldja meg.

A vidék és a természet szempontjából az lenne az ideális, ha sokan tartanának kevés állatot, ilyen módon biztosítva lenne a változatos tájszerkezet, és a vidéki népesség számára tartós bevételi forrást jelentene.

Költségvetés és támogatások

A nemzeti park igazgatóságok pénzügyi gazdálkodását jellemzi egy részről bevételi oldalon az állami finanszírozás nagyságrendileg 40%-os aránya, másrészt kiadás oldalról a személyi, járuléki terhek szintén 40 % körüli aránya. A dologi és felhalmozási kiadások teszik ki az éves kiadás 60%-át.

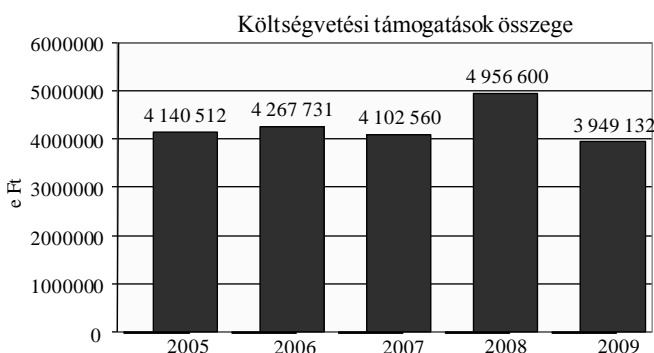


4. ábra Nemzeti park igazgatóságok által alkalmazott munkavállalók megoszlási aránya alkalmazási forma szerint, 2007–2009 időszokban

Figure 4. Change of number of employees rate in national parks, 2007–2009

A személyi állomány túlnyomó többségét a köztisztviselői státuszú alkalmazottak adják, létszámuk az elmúlt 3 évben dinamikus növekedést mutat. Ugyanakkor a bevétel-kiadás mérlegek már a gazdasági válság hatását mutatják, a 2009-es bevétel-kiadás mérlegek 5 nemzeti parknál jelentősen és további 3-nál is egyértelműen rosszabbak, mint a 2008-as mérlegek, ami még elsősorban az állami támogatás csökkenésének és nem a külső piaci tényezők következményének tulajdonítható.

A támogatások mértékét 2005 és 2009 között vizsgáltuk. Ez idő alatt enyhe csökkenés látható az állami hozzájárulás mértékében. Fontos megjegyezni, hogy az eredményeket a 2008-as év torzítja, ekkor a támogatások összege ugyanis kiugróan magas volt. 2008-as kiugró értékek magyarázata: 2007 májusától egy éven keresztül volt környezetvédelmi vízügyi miniszter Fodor Gábor. Ez idő alatt 25%-kal növelte meg az előző évihez képest a minisztérium költségvetését.



5. ábra Nemzeti park igazgatóságok költségvetési támogatásának változása, 2005–2009

Figure 5. Change of governmental budget allocation on national parks, 2005–2009

Társadalmi vonatkozások

A vidéket érintő problémák megoldási lehetőségeiben a nemzeti parkok is érintettek. Közvetlen módon felelősek a védett területek állapotáért, de sok egyéb mellett a vidék elnéptelenedési folyamatának visszafordításában is szerepet játszanak. Modellként szolgálhatnak, megfelelően jövedelmező gazdálkodási formák bevezetésével, előmozdíthatják a kvalifikált lakosság helyben tartását, akár bevándorlását. A nemzeti parkok szerepe fontos abban is, hogy a nem védett területeken gazdálkodók is megismerjék, majd alkalmazzák azokat a hagyományos gazdálkodási formákat, melyek természetközeli környezetet eredményeznek és minőségi termékek előállítását teszik lehetővé.

A nemzeti parkok területének értékelésekor bár egyértelműbb és kézzelfoghatóbb a materiális javak felmérése, mégis a kutatások jelen állása azt látszik bizonyítani, hogy az természeti környezet gazdasági értékénél a társadalmi (rekreációs, esztétikai, védelmi) értéke akár többszöröse is lehet. Mindezen értékek (esztétikum, rekreációs lehetőségek, egészséges környezet) minden művelési ágba tartozó területre is vonatkoztathatóak természetesen. Az erdővel, mint komplex rendszerrel azonban kiemelten érdemes foglalkozni a vidék szempontjából, hiszen országunk területének 20%-át adják.

Mint Scarpa is kimutatta (Scarpa et al. 2000) erdőket vizsgáló hedonikus modelljében az erdők társadalmi értékének meghatározásában az elsősorban nem gazdasági rendeltetésű erdőrészek a társadalom számára óriási életminőség javító értéket képviselnek. A kulturális, társadalmi, esztétikai értékeket nem egyszerű pénzben kifejezni, ezért általában a nem materiális javak értékét gazdasági hasznuk alapján vizsgálják, amire ráépül az érték módosító tényezők, faktorok rendszere. Ezen értékeket bár erdők kapcsán vizsgálták (hiszen rekreációs vonzóerejük a legjelentősebb), de más természetközeli élőhelyekre is vonatkoztatható.

Az erdők számos termék és szolgáltatás előállítását teszik lehetővé, elsősorban ezért rendelkeznek oly jelentős munkahelyteremtő multiplikátor potenciállal. Az erdőgazdálkodás és a közvetve vagy közvetlenül kapcsolódó ágazatok igen sokrétű tudással, tapasztalattal rendelkező munkaerőt képesek felvenni. A közvetlen ágazati foglalkoztatásnál jelentősebb munkaerő felvevő az erdei melléktermékeket előállító, felhasználó és szolgáltató ágazat.

Előrelépési lehetőségek

A Nemzeti Parki Termékek és az ökoturizmus a legfontosabb saját erőből teremtett bevételi források lehetnének, amellett, hogy jó példát mutattának a vidéki lakosságnak és munkahelyeket is biztosítanának. A termékek árusítását a nemzeti park központja mellett a régióhoz tartozó nagyvárosokra is érdemes kiterjeszteni, akár úgy is, hogy azt magánvállalkozó teszi és nem az igazgatóság (akár meglévő üzletben kínálat bővítésként).

A hagyományos gazdálkodási módok megőrzésében a parkoknak egyértelmű a nélkülözhetetlen szerepe. Ezen szervek feladata, hogy ismerje és alkalmazza az adott tájra jellemző kíméletes használati módokat, abban az esetben is, ha az kevésbé jövedelmező. Másik megközelítésből nézve a parkok jövőbeni feladata lehetne, hogy minél gazdaságosabban műveljék a hagyományos gazdálkodási formákat. Törekedjenek a természetvédelmi értékek megőrzése után, másodlagos célként a gazdasági haszonra is. Ha ez sikerül (természetesen ehhez politikai, támogatási szemlélet megváltozására van szükség), akkor szorgalmazni kell, hogy azokon a nem védett területeken is, ahol természetközeli állapotok uralkodnak elterjedjenek ezek a használati módok. Ez csak úgy lehetséges, ha a kisgazdálkodók számára biztosítani tudja a megélhetést a tradicionális gazdálkodás. A jövőben ehhez nyújthatna szakmai segítséget a nemzeti park és persze mutathatná a követendő példát a gyakorlatban.

A komplex vidékfejlesztési tervek kivitelezésének sarkalatos pontja a helyi lakosság bevonása, lehetőleg valamennyi gazdasági haszonvételbe, ezáltal csökkenthető egyrészt az adott terület specializálódása és az ebből következő növekvő kockázat, másrészt a táj heterogenitásának megőrzésében érdekeltté válik a kisgazdálkodó, visszakérül a táj hagyományos művelésének eszköze a helyi lakosság kezébe; így hosszútávon csökkenthető az állami beavatkozás szükségessége. Rövidtávon viszont elkerülhetetlen a nemzeti park-igazgatóságok, mint a vidékfejlesztés lehetséges katalizátorainak, szervező központjainak az állami támogatása. A nemzeti parkok egyik fő céljává kell váljon a többé-kevésbé önellátó kis közösségek létrehozásának menedzselése, ami változatos, természetközeli tájszerkezet kialakulásával párosul.

Irodalom

- Jelentés az Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság 2005–2009. évi tevékenységéről, 2006–2010.
Jelentés a Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság 2008–2009. évi tevékenységéről, 2009–2010.
Jelentés a Balatoni Nemzeti Park Igazgatóság 2005–2007. évi tevékenységéről, 2006–2008.
Jelentés a Bükk Nemzeti Park Igazgatóság 2005–2009. évi tevékenységéről, 2006–2010.
Jelentés a Duna-Ipoly Park Igazgatóság 2005–2009. évi tevékenységéről, 2006–2010.
Jelentés a Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság 2005–2009. évi tevékenységéről, 2006–2010.
Jelentés a Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság 2005–2009. évi tevékenységéről, 2006–2010.
Jelentés a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság 2005–2009. évi tevékenységéről, 2006–2010.
Jelentés a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság 2005–2009. évi tevékenységéről, 2006–2010.
Jelentés a Körös-Maros Nemzeti Park Igazgatóság 2005–2009. évi tevékenységéről, 2006–2010.
Jelentés a Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság 2005–2009. évi tevékenységéről, 2006–2010.
Scarpa, R., Buongiorno, J., Hseu, J.-S., Abt, K. L. 2000: Assessing the non-timber value of forests: a revealed-preference, hedonic model. *Journal of Forest Economics*, 6(2): 83–107.

Abstract

MANAGEMENT OF NATIONAL PARKS AND POSSIBLE ROLES IN RURAL DEVELOPMENT

KITTI HORVÁTH and GABRIELLA MÁRIA NAGY

University of West Hungary, Faculty of Forestry
H-9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4., Hungary, e-mail: gbrll_nagy@emk.nyme.hu

One of the most important task of national parks is to protect the remained natural and close to natural biotopes, and even more important to maintain the classical economic way of landscape use as a cultural heritage. For this reason fields are tended by them selves or given to lease. National parks are perfect places to traditional farming management techniques, and has a great deal to move them into common use again, transformed to modern needs. In the same time they have an equally good possibility to lead in new models to test, such as selective harvesting method. Complex land use methods have a great chance on these areas as a break point for the most significant problems of country, like unemployment and depopulation. Recently the budgets of national parks governmental budget allocation is 40 %, and supposed to be reduced, there for economic consideration ought to come even more important. This process adumbrate that national parks might become the headquarters of rural development.

BAKTÉRIUMTRÁGYÁK HATÁSA A TALAJ-NÖVÉNY RENDSZER N- ÉS P-FORGALMÁRA KÜLÖNBÖZŐ TÍPUSÚ TALAJON

KINCSES SÁNDORNÉ és KREMPER RITA

DE AGTC MTK Agrokémiai és Talajtani Tanszék
4032 Debrecen Böszörményi út 138, e-mail: kincsesi@agr.unideb.hu

Összefoglalás

Összehasonlító, kimerítéses kísérletünkben angolperje tesztnövénnel, három talajtípuson (látóképi mészlepedékes csernozjom, nyíregyházi savanyú és józsai semleges kémhatású homok), N- és P-mentes tápoldat felhasználásával a Bactofil A10 és a Biorex-1 és -2 baktériumtrágya hatását vizsgáltuk a termésre és a terméssel kivont N és P mennyiségére. Vizsgálataink kiterjedtek a talaj 0,01 mólos CaCl_2 -oldható összes nitrogén- és foszformennyiségének változására is a tenyészidőszak folyamán. A tenyészidőszak előtt a kísérlet talajainak a könnyen oldható, a növények által felvehető N és P tartalma eltérő volt. A növények válasza is ezt bizonyította. Eredményeink szerint a kezeletlen talajokon fejlődő növények közül a nyíregyházi talajon termesztettek termése, kivont N és P mennyisége a legnagyobb, a józsai homokon növő növényeké a legkisebb. A baktériumtrágyázás a látóképi talajon fejlődő növények vizsgált mutatóit növelte. A nyíregyházi talajon fejlődő növényeknél, a Bactofil A10 szignifikánsan csökkentette a mért paramétereket. A Biorex kezeléseknél a kivont N-mennyiségek nem, de a P-mennyiségek növekedtek. A józsai talajon a trágyázás nagymértékben megnövelte a kivont N- és P-mennyiséget. A tenyészidőszak végén mért talajadatok szerint mindhárom talaj esetében nagymértékben lecsökkent a 0,01M-os CaCl_2 -oldható N-tartalom. A látóképi kezelt talajoknál – a növények által kivont nagy mennyiség ellenére is – ez az érték nagyobb, mint a nem trágyázott talajoké. Ezen a talajtípuson a nitrogénforgalmat a benne résztvevő mikroorganizmusok kedvezően befolyásolták. Ezt tapasztaltuk a józsai talajoknál is. A nyíregyházi talajon a baktériumtrágyás kezeléseknél – a kisebb kivont N ellenére – a 0,01M-os CaCl_2 -oldható N-tartalom is alacsonyabb. A 0,01M-os CaCl_2 -oldható P-tartalom a látóképi talajnál teljesen lecsökkent, míg a másik két talajnál a kiindulási mennyiséghez képest – egyes kezelésekből – növekedett. A baktériumtrágyák a foszfor feltáródását, oldhatóságát megnövelték.

Kulcsszavak: Bactofil A10, Biorex 1-2, kivont N- és P-mennyiség

Bevezetés

A növénytermesztésben fontos követelmény, hogy a termés mennyisége és minősége megfelelő legyen, amit alapvetően a növények genetikai tulajdonságai, az ökológiai viszonyok és a tápanyagellátás határoznak meg.

Korábban a terméssel elvont tápelemeket – szerves trágyák mellett – elsősorban műtrágyákkal pótolták, melyek szakszerűtlen használata, illetve túladagolása környezetkárosító lehet (Loch és Nosticzius, 1992). A nagymennyiségben kijuttatott kemikália (műtrágyák, növényvédőszer), a termőhelyi feltételeknek nem megfelelő gazdálkodási forma kiválasztása a talaj termékenységének romlásához vezethet (Kim et al., 2000; Nagy, 2006).

A fenntartható mezőgazdaság egyik legfontosabb feladata a talaj termékenységének megőrzése (Reeves, 1997; Gosling és Shepherd, 2005). Ennek érdekében a növénytermesztők próbálják a kiadagolt műtrágyák mennyiségét csökkenteni, azt szerves trágyával, baktériumtrágyával pótolni.

A környezetkímélő gazdálkodási rendszerek a talaj természetes élővilágának, elsősorban mikroorganizmusainak aktivitását próbálják fokozni. A talajélet fokozásával a talajban a tápanyagok

feltáródása felgyorsulhat, a nitrogénfixálás megnövekedhet, így a növények fejlődése, a környezeti stressz-tényezőkkel szembeni ellenálló képessége fokozódhat (Sturz és Nowak, 2000; Veres et al., 2007; Shen, 1997; Zsuposné, 2007; Kátai, 1995).

A baktériumtrágyák használatával, anyagforgalmi szempontból kedvező fajcsoportok bevitelével, a talaj mikrobapopulációja gazdagabbá, teljesebbé válik. Ennek következtében egyre nagyobb területen alkalmaznak speciális baktérium készítményeket (Makádi, 2007; Balláné et al., 2009; Balláné és Sipos, 2009).

Anyag és módszer

Az angolperje (*Lolium perenne* L.) tesztnövénytel végzett kísérletet 2008 tavaszán állítottuk be a DE ATC MTK Agrokémiai és Talajtani Tanszékének tenyészedény házában, 7 kezeléssel 3 ismétlésben, látóképi mészlepedékes csernozjom, nyíregyházi és józsi homoktalajon. A talajok legfontosabb fizikai-kémiai jellemzőit az **1. táblázat**ban mutatjuk be.

	Látókép	Nyíregyháza	Józsa
pH(H ₂ O)	6,7	4,4	7,2
pH(KCl)	5,9	3,8	6,9
Humusz (%)	2,5	0,7	0,6
K _A	42	31	27
AL- K ₂ O (mg.kg ⁻¹)	198,8	259,6	97,4
AL- P ₂ O ₅ (mg.kg ⁻¹)	77,2	87,7	129,7
AL-Ca (mg.kg ⁻¹)	3343	1909	1262
AL-Mg (mg.kg ⁻¹)	361	44	43
CaCl ₂ -os N (mg.kg ⁻¹)	12,83	41,76	9,67
CaCl ₂ -os P (mg.kg ⁻¹)	0,4	0,83	0,91

1. táblázat A vizsgált talajok jellemzői

Table 1. The characteristics of the examined soils

Az 1 dm³ térfogatú tenyészedényekbe 1 kg légszáraz talajt mértünk be, majd minden edénybe egységesen nitrogén- és foszformentes tápoldatot juttattunk. A tápoldat összetétele: 0,006M K₂SO₄, 0,0008M MgSO₄, 0,0028M CaSO₄ * 2 H₂O. A tenyészedény kísérlettel párhuzamosan inkubációs vizsgálatokat is beállítottunk. E két kísérlet eredményeinek összehasonlítása miatt szükséges a tápoldat kiadagolása. A baktériumtrágyákból a kezelési tervben (**2. táblázat**) feltüntetett mennyiségeket, a javasolt adagot, illetve azok kétszeresét kevertük az edényekbe.

Kezelés	Baktériumtrágya	Kiadagolt mennyiség
1.	-	-
2.	Bactofil A10	1l/ha
3.	Bactofil A10	2l/ha
4.	Biorex-1+ Biorex-2	5l/ha+10l/ha
5.	Biorex-1+ Biorex-2	10l/ha+20l/ha
6.	Biorex-2	10l/ha
7.	Biorex-2	20l/ha

2. táblázat Az alkalmazott kezelés kombinációk

Table 2. The applied treatment combinations

A Bactofil A10 készítmény összetétele: *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter vinelandii*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens* variánsok, makro- és mikroelemek, enzimek, vitaminok.

A Biorex-1 készítmény: *Bacillus subtilis*, *B. thuringiensis*, *B. megaterium*, mikroorganizmusok által termelt esszenciális anyagok, mikro- és mezoelemek.

A Biorex-2 baktériumtrágya: *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum lipoferum*, *Pseudomonas putida*, mikroorganizmusok által termelt esszenciális anyagok, mikro- és mezoelemek.

A tenyészedények naponkénti súlyra öntözésével biztosítottuk a maximális vízvisszatartó képesség 60 %-ának megfelelő vízellátottsági szintet.

A tenyészidőszak alatt kétszer vágtuk le a növényeket. A két vágás összesített termésének száraztömegét, nitrogén- és foszfortartalmát felhasználva kivont N- és P-mennyiségeket számoltunk. A növényminták összes N-tartalmát az égetéssel elven alapuló módszer segítségével (by dry combustion method) mértük (Nagy, 2000), P-tartalmát roncsolatból (cc. H_2SO_4 és H_2O_2) fotometriásan, ammónium-molibdenát-vanádátos módszerrel határoztuk meg.

A tenyészidőszak végén a talajokból mintát vettünk és 1:10 arányban 0,01 mólos kalcium-klorid oldattal ráztattuk (HOUBA et al., 1994). A szűrletekből a talaj 0,01 mólos $CaCl_2$ -ban oldható nitrogén- és foszfortartalmát contiflo készülékkel (Skalar) mértük.

Eredmények és értékelésük

A kísérlet beállításakor arról kívántunk eredményeket kapni, hogy a különböző baktériumkészítmények, különböző talajtípusokon, hogyan befolyásolják a talajban lejátszódó N- és P-mobilizációt és ezáltal az angolperje termésmennyiségét (szárazanyag-tartalom), a termékkel kivont nitrogén- és foszformennyiségét. Választ vártunk arra a kérdésre is, hogy a kijuttatott baktériumtrágya mennyisége módosítja-e a vizsgált paramétereket.

A kísérlet beállítása előtt a kezeletlen talajok 0,01 mólos $CaCl_2$ -ban oldható nitrogén- és foszfortartalmát megmérve azt tapasztaltuk (**1. táblázat**), hogy a nyíregyházi talaj könnyen felvehető N-tartalma – ami a növények termésmennyiségét nagymértékben befolyásolja – kiugróan magas volt, ezt követte a látóképi, majd a józsai talaj. A talajok könnyen oldható P-tartalma is eltérő volt. Itt a józsai talaj értéke volt a legmagasabb, ezt követte a nyíregyházi majd a látóképi talaj.

A növények válasza megerősítette a talajadatainkból levonható következtetéseket. Ha a kezeletlen (1. kezelés) talajokon fejlődő növények termésmennyiségét (szárazanyag) (**3., 4. táblázat**) összehasonlítjuk, látható, hogy a nyíregyházi homoktalajon több termést vágunk le, mint a látóképi csernozjom talajon. A legkisebb növényi szárazanyagot a józsai kezeletlen talajnál mértük.

Hasonló összefüggéseket tapasztaltunk a kontroll (1. kezelés) növények termékkel kivont N és P mennyiségének összehasonlításánál is (**5. táblázat**). A nyíregyházi homoktalajon termesztett növények kivont N- és P-mennyisége a legnagyobb, míg a józsai homokon növő növényeké a legkisebb, közel harmada a másik két talajon termesztettének.

Kezelés	Szárazanyagtömeg (g.edény ⁻¹)		
	Látókép	Nyíregyháza	Józsa
1	2,24	2,43	1,04
2	2,52	2,03	1,54
3	2,75	2,10	1,29
4	2,56	2,37	1,27
5	2,55	2,77	1,30
6	2,56	2,89	1,78
7	2,70	2,69	1,32
SzD _{5%}	0,13	0,20	0,17

3. táblázat Az angolperje szárazanyag-mennyisége
Table 3 Dry matter production of ryegrass

Kezelés	Száranyagtömeg %-ban		
	Látókép	Nyíregyháza	Józsa
1	100	100	100
2	112,6	83,4	148,5
3	122,6	86,4	124,1
4	114,2	97,7	122,2
5	114,0	113,9	125,1
6	114,4	119,1	171,6
7	120,7	110,8	127,3

4. táblázat Az angolperje száranyagtömege %-ban
Table 4. The dry matter production of rygrass in percentage

A baktériumtrágyákkal kezelt, csernozjom talajokon (Látókép) fejlődő perje száranyagtömegét és a terméssel kivont N- és P-mennyiséget összehasonlítva (**3–6. táblázat**) arra következtethetünk, hogy a baktériumtrágyázás – ezen a talajtípuson – növelte a termésmennyiséget. A hatás statisztikailag igazolható. Kiugróan magas termésmennyiséget kaptunk a 3. és 7. kezelésnél. Eredményeink szerint gazdaságilag is rentábilis lehet ilyen körülmények között a javasolt baktériumtrágya mennyiségének növelése. A Bactofil A10 és a Biorex-1 és Biorex-2 készítmények hatása a termésmennyiségre a látóképi csernozjom talajon hasonlóan kedvező volt.

Az angolperje által kivont N- és P-mennyiséget összehasonlítva a kontrollal (100%), látható, hogy a baktériumtrágyázás növelte a vizsgált paramétereket. A hatások statisztikailag igazolhatóak. Az eredmények szerint – ezen a talajtípuson – a vizsgálatba bevont készítmények a foszfor felvételére nagyobb hatással voltak, mint a nitrogénre.

Kezelés	Terméssel kivont N- és P-mennyiség (mg.edény ⁻¹)					
	Látókép		Nyíregyháza		Józsa	
	N	P	N	P	N	P
1	26,55	7,26	31,68	8,84	10,25	3,40
2	29,12	8,04	26,86	7,52	15,34	3,68
3	30,85	9,17	26,40	6,86	12,65	3,90
4	29,64	8,36	31,86	7,08	12,05	3,64
5	29,16	8,09	30,98	10,36	13,83	4,36
6	27,77	8,64	33,34	12,62	14,98	4,38
7	29,63	9,31	30,25	10,19	13,96	3,71
SzD _{5%}	1,15	0,41	1,92	0,89	1,34	0,25

5. táblázat: Az angolperje terméssel kivont N és P mennyisége különböző talajon
Table 5. By the yield extracted N and P amount of rygrass on the different soils

Kezelés	Terméssel kivont N-és P-mennyiség %					
	Látókép		Nyíregyháza		Józsa	
	N	P	N	P	N	P
1	100,00	100,00	100,00	100,00	100	100
2	109,67	110,72	84,79	85,08	149,66	108,15
3	116,19	126,25	83,33	77,62	123,41	114,62
4	111,64	115,14	100,57	80,05	117,56	106,94
5	109,83	111,36	97,79	117,26	134,93	128,32
6	104,59	118,93	105,24	142,75	146,15	128,76
7	111,60	128,17	95,49	115,32	136,19	109,18

6. táblázat Az angolperje terméssel kivont N és P mennyisége %-ban
Table 6. By the yield extracted N and P amount in percentage

A nyíregyházi homoktalajon termesztett növények termésmennyiségeit összehasonlítva (2. és 4. táblázat) megállapíthatjuk, hogy a Bactofil A10 kijuttatása a talajba, a javasolt, illetve annál nagyobb dózisban (2. és 3. kezelés), szignifikánsan csökkentette az angolperje termésmennyiségét. Eredményeink szerint ezen a kis humusztartalmú, savanyú homoktalajon a Biorex-2 baktériumkészítménnyel való trágyázás kedvezőbb hatást fejtett ki a tesztnövény szárazanyag-mennyiségére. Ezen a talajon a perje termésével kivont N- és P-mennyiségeket összehasonlítva (5. és 6. táblázat) megállapíthatjuk, hogy a Bactofil A10 kijuttatása a talajba, a javasolt, illetve annál nagyobb dózisban, szignifikánsan csökkentette a vizsgált mutatókat. A Biorex a kivont N-mennyiséget nem növelte, de a foszfor növény általi felvehetőségére kedvező hatással volt. A hatások statisztikailag igazolhatóak.

A józsa kis humusztartalmú, semleges kémhatású homoktalajon termesztett angolperje termésmennyiségét (3. és 4. táblázat) a baktériumtrágyázás nagymértékben megnövelte. A Bactofil A10 és a Biorex1-2 készítményeknél is statisztikailag igazolható pozitív hatást tapasztaltunk. Eredményeink szerint nagy termésmennyiség eléréséhez ezen a talajtípuson nem szükséges az ajánlottól több készítmény kijuttatni. Az adatok szerint csak a Biorex-2 baktériumtrágya egyedüli trágyázása (6. és 7. kezelés) nagyobb hatást fejt ki a termésmennyiségre, mint a javasolt módon kiadagolt Biorex-1 és -2 készítmény (4. és 5. kezelés). Ezen a homoktalajon mindkét baktériumkészítmény nagymértékben megnövelte a növény által talajból kivont N-mennyiséget. Hasonló összefüggéseket állapíthatunk meg ennél a paraméternél is, mint a szárazanyag-tömegnél, ami azzal magyarázható, hogy a Biorex-2. készítménnyel a nitrogén-körforgalomban fontos szerepet betöltő baktériumtörzseket juttatunk a talajba. Ezen a talajtípuson a baktériumtrágyázás csak kismértékben növelte meg a növény által kivont P-mennyiséget. A tesztelt készítmények pozitív hatása között nagy eltéréseket nem tapasztaltunk.

A tenyésztési időszak végén a kísérlet talajainak 0,01 mólos CaCl_2 -ban oldható N- és P-koncentrációját megvizsgálva (7. és 8. táblázat) azt tapasztaltuk, hogy a talajok könnyen felvehető N-tartalma a tenyésztési időszak során nagymértékben lecsökkent.

A látóképi csernozjom talaj baktériumtrágyázott kezeléseiben, bár a növények több nitrogént vettek fel, mégis – a kontrollhoz (1. kezelés) viszonyítva – nagyobb a 0,01 mólos CaCl_2 -ban oldható N-tartalmuk. Ez is bizonyítja, hogy a vizsgált baktériumkészítmények a talaj-növény rendszer nitrogénforgalmára hatással voltak. A tenyésztési időszak alatt a trágyázás megnövelte a talajban azt a nitrogénformát, amit a növény könnyen fel tud venni.

Kezelés	Nitrogén (mg/kg)		
	Látókép	Nyíregyháza	Józsa
1	1,740	7,240	1,110
2	2,107	6,473	1,097
3	2,747	5,410	1,703
4	3,803	5,387	2,243
5	3,620	6,003	1,310
6	3,353	6,853	2,100
7	5,630	7,347	2,233
SzD _{5%}	0,565	0,448	0,348

7. táblázat A talajok 0,01 mólos CaCl_2 -ban oldható N-koncentrációja a tenyésztési időszak végén

Table 7. N content of soils extracted by 0,01 molar CaCl_2 at the end of the experiment

A nyíregyházi kezelt talajoknál, bár a növények kevesebb nitrogént vettek ki a tenyésztési időszak során a talajból, a 0,01M-os CaCl_2 -oldható N-tartalmuk alacsonyabb, mint a kontroll talajban mért érték (1. kezelés). Ezen a talajon – a mi kísérleti körülményeink között – a baktériumtrágyázás pozitív hatása a N-forgalomra nem bizonyítható. Az eredmények azzal magyarázhatóak, hogy a savanyú kémhatású talajon a trágyával bejuttatott mikroorganizmusok nem tudtak elszaporodni, biológiai feladataikat ellátni.

Már a növényi vizsgálatok eredményei is azt mutatták, hogy a józsa talajon a baktériumtrágyázás pozitív hatást fejtett ki a N felvételre. A talajadatok megerősítették feltevésünket. A kezelt talajokon fejlődő növények több nitrogént vettek fel, de a tenyészidőszak végén, a talajokban a 0,01M-os CaCl_2 -oldható N-tartalom nagyobb volt, mint a kezeletlen (1. kezelés) talajokban mért értékek. A pozitív hatás statisztikailag igazolható. A tesztelt készítmények kedvező hatása a talaj-növény rendszer N-forgalmára azzal magyarázható, hogy a józsa homoktalaj semleges kémhatású, így a mikrobák életfeltételei kedvezőbbek, mint a nyíregyházi talajnál.

Kezelés	Foszfor (mg/kg)		
	Látókép	Nyíregyháza	Józsa
1	0,103	0,523	0,590
2	0,000	1,850	0,793
3	0,000	2,133	0,853
4	0,140	2,163	0,880
5	0,000	1,303	1,140
6	0,057	0,673	1,923
7	0,043	0,407	1,447
SzD _{5%}	0,030	0,371	0,210

8. táblázat A talajok 0,01 mólos CaCl_2 -ban oldható P-koncentrációja a tenyészidőszak végén
Table 8. P content of soils extracted by 0,01 molar CaCl_2 at the end of the experiment

A **8. táblázat** adatait értékelve, ahol a talajok 0,01M-os CaCl_2 -oldható P-tartalmát tüntettük fel, megállapítható, hogy az 1. kezelések talajaiban a tenyészidőszak végére lecsökkent a foszforkoncentráció. A látóképi talajnál a baktériumtrágyázás hatására megnövekedett a növények által felvett foszformennyiség, így a tenyészidőszak végére a talajok felvehető P-tartalma teljesen lecsökkent. A nyíregyházi talajok 0,01M-os CaCl_2 -oldható P-tartalma a tenyészidőszak végére – a kezelések többségénél a kiindulási állapothoz és az 1. kezeléshez képest – növekedett. A józsa talajok esetében is hasonló tendenciát tapasztaltunk.

Általánosságban megállapíthatjuk, hogy a mi kísérleti körülményeink között, a baktériumtrágyák a foszfor feltáródását, oldhatóságát megnövelték.

Irodalom

- Balláné K. A., Sipos M., Kremper R., Vágó I. 2009: A különböző formájú N műtrágyák és a Microbion UNC baktériumtrágya hatása a torma (*Armoracia macrocarpa*) N, P, K, Ca és Mg-tartalmára. AGTEDU, Kecskemét. p. 37–42.
- Balláné K. A., Sipos M. 2009: Az ammónium-nitrát és a Microbion UNC baktériumtrágya hatása a torma (*Armoracia macrocarpa*) tápelemtartalmára. Kertgazdaság, 41(4) :3–11.
- Gosling, P., Shepherd, M. 2005: Long-term changes in soil fertility in organic arable farming systems in England, with particular reference to phosphorus and potassium. Agriculture, Ecosystems and Environment, 105 (1–2): 425–432.
- Houba, V. J. G., Novozamsky, I., Temminghoff, E. 1994: Soil analysis procedures Extraction with 0,01 M CaCl_2 (syllabus) Dept. Of Soil Sci. And Plant Nutrition Wageningen Agricultural University – The Netherlands.
- Kátai J. 1995: A gazdálkodás talajmikrobiológiai hatásai. 5. sz. Természetes Állattartás. Tudományos és Termelési Tanácskozás, Kaposvár.
- Kim, K., Barham, B. L., Coxhead, I. 2000: Recovering soil produktivity attributes from experimental data: a statistical method and an application to soil produktivity dynamics. Geoderma, 96(3): 239–259.
- Loch J., Nosticzius Á. 1992: Agrokémia és növényvédelmi kémia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

- Makádi M., Tomócsik A., Orosz V., Lengyel J., Bíró B., Márton Á. 2007: Biogázüzemi fermentlé és Phylazonit MC baktériumtrágya hatása a silókukorica zöldtömegére és a talaj biológiai aktivitására. *Agrokémia és Talajtan*, 56(2): 367–378.
- Nagy J. 2006: Effect of tillage on the yield of crop plants. *Cereal Research Communication*, 34(1): 255–258
- Nagy P. T. 2000: Égetéssel elven működő elemanalizátor alkalmazhatósága talaj- és növényvizsgálatokban. *Agrokémia és Talajtan*, 49(3–4): 521–534.
- Reeves, D.W. 1997: The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil & Tillage Research*, 43(1–2): 131–167.
- Shen, D. 1997: Microbial diversity and application of microbial products for agricultural purposes in China. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 62: 237–245.
- Sturz, A. V., Nowak, J. 2000: Endophytic communities of rhizobacteria and the strategies required to create yield enhancing associations with crops. *Applied Soil Ecology*, 15(2): 183–190.
- Veres Sz., Lévai L., Mészáros I., Gajdos É. 2007: The effects of bio-fertilizers and nitrogen nutrition on the physiology of maize. *Cereal Research Communications*, 35(2): 1297–1300.
- Zsuposné Á. O. 2007: Changes of biological activity in different soil types. *Cereal Research Communications*, 35(2): 861–864.

Abstract

THE EFFECT OF BACTERIA FERTILIZERS ON THE N-AND P-TURNOVER OF SOIL - PLANT SYSTEM ON DIFFERENT TYPES OF SOILS

SÁNDORNÉ KINCSES and RITA KREMPER

University of Debrecen, Department of Soil Science and Agricultural Chemistry
H-4032 Debrecen, Böszörményi u. 138., Hungary, e-mail: kincsesi@agr.unideb.hu

The effect of Bactofil A10 and Biorex-1 and -2 bacteria fertilizers on the yield and the plant extracted N- P amount was examined in a comparative (exhaustive) greenhouse experiment. The test plant was ryegrass and three kinds of soils were used in our trial. These are calcareous chernozem from Látókép, acidic sandy soil from Nyíregyháza and neutral sandy soil from Józsa. We spread our studies to the soil total nitrogen and phosphorus content extracted by 0,01 molar CaCl_2 solution during the cultivation period as well. Before the experiment the easily soluble N and P content of the soils which is available for plants were different. The answers of the plants proved also this fact. According to our results among the control treatments the greatest yield and plant extracted N and P amount was observed on the acidic sandy soil from Nyíregyháza and the smallest on the neutral sandy soil from Józsa. Bacteria fertilization increased the yield (examined characteristics) in case of chernozem soil from Látókép. On sandy soil from Nyíregyháza Bactofil A10 reduced the measured parameters significantly. Biorex treatment increased the extracted N amounts and does not influenced the extracted P amounts. In case of the soil from Józsa the fertilization enlarged the extracted N and P amounts to a large extent. At the end of the experiment the soil N content extracted by 0.01 molar CaCl_2 solution was subtract to a large extent on each soils. This value was greater by the treated soils from Látókép than the non fertilized soils, in spite of the fact that the plants extracted a great amount as well. On this soil the nitrogen turnover was enhanced by the microorganisms living in it. The same effect was observed on the soils from Józsa. In case of bacteria treated soils from Nyíregyháza the soil N content extracted by 0.01 molar CaCl_2 solution was smaller, in spite of the fact that here the plant extracted N amount was also smaller. The soil P content extracted by 0.01 molar CaCl_2 completely reduced, while on the other two soils it increased in case of certain treatments compared to the initial state. Bacteria fertilizers increased phosphorus solubility and mobilization.

A NÖVÉNYZET VÁLTOZÁSÁNAK VIZSGÁLATA A TÁJHASZNÁLAT-VÁLTOZÁS FÜGGVÉNYÉBEN A DOROZSMA-MAJSAI-HOMOKHÁT EGY MINTATERÜLETÉN

KIRÁLY ANDRÁS

SoilChem Agrár- és Környezetanalitikai Laboratórium
6782 Mórahalom, Vállalkozók útja 1/B. e-mail: andras_kiraly@yahoo.co.uk

Összefoglalás

Napjainkban világszerte egyre nagyobb területeket érint a természeti környezet átalakítása. A különböző tájálakító tevékenységek hatására jelentősen csökken a természetes közösségek diverzitása. Ezen folyamatok megismerése nélkülözhetetlen a helyes tájhasználat kialakításához. A vizsgált terület a Dorozsma-Majsai-homokhát reprezentatív része, amelyen jól megfigyelhetők a kistályban másutt is jelentkező folyamatok, beleértve az M5-ös autópálya építésével kapcsolatos problémákat. Többszöri terepbejárás alapján mértem fel a növényzet állapotát, majd a megfigyelt élőhelyek adatait ÁNÉR élőhelytérképezési kategóriák használata mellett, ArcView GIS szoftver segítségével dolgoztam fel. Az élőhelyfoltok állapotát a módosított Németh-Seregélyes-féle természetességi érték kategóriák segítségével jellemeztem. A terület jelenlegi állapotának értékeléséhez azonban elengedhetetlen az is, hogy a múltbeli állapotokat ismerjük, ezért az elmúlt körülbelül 250 év növényzetét és annak változásait katonai térképek alapján értékeltem. Megállapítható, hogy a legeltető tájhasználatot a gabonatermelés, majd az egyre intenzívebb zöldség- és gyümölcsstermesztés váltja fel. Jelenleg a természetes vegetáció többnyire a korábbi vízenyős és szikes területekre korlátozódik. A természetes növényzetet jó állapotú szikes mocsarak, mézpázsitos szikfokok, szikes rétek, valamint kékperjés láprétek jellemzik. A száraz területeken, részben megmaradt, részben regenerálódott formában, különböző természetességu homoki sztyepprétek találhatók. A féltermészetes foltok regenerálódása részben folyamatban van, részben megakadt. A művelés alatt álló területek természetvédelmi értéke kicsi. Természetes és agrár élőhelyeket is veszélyeztet a talajvízszint-csökkenés, az invazív fajok terjedése, illetve az autópálya káros hatásai. A természetes növényzetet ezen felül a mezőgazdaság is degradálhatja. A veszélyeztető tényezők kiküszöbölése fontos a táj állapotának megőrzése, javítása szempontjából. Ezek egy része kis befektetéssel is lehetséges lenne, másokhoz anyagi befektetés vagy politikai-gazdasági döntések szükségesek.

Kulcsszavak: élőhelytérképezés, biodiverzitás, tájváltozás, fenntarthatóság

Bevezetés

A nemzetközi trendekhez hasonlóan sajnos hazánkban is jellemző a még megmaradt természetes élőhelyek további fragmentálódása és degradációja. Ezen folyamatok megismeréséhez a vizsgált terület átfogó elemzése szükséges. A táj korábbi és jelenlegi állapotának ismeretében, az élővilágot veszélyeztető tényezők feltárással lehetőségünk nyílik olyan kíméletes tájhasználati formák meghatározására, amelyek mellett a táj állapota megőrizhető vagy javítható.

A kiválasztott mintaterület jellemzően kistáblás művelésű agrártájban helyezkedik el, ennek megfelelően a természetes növényzete a tájhasználat következtében jelentős részben elpusztult vagy átalakult, viszont a megmaradt természetes élőhelyfoltok sok védett és értékes fajnak adnak otthont. Ezen területek megóvása és a megfelelő tájhasználat kialakítása szempontjából elengedhetetlen, hogy ismerjük a növényzet jelenlegi és múltbeli állapotát, illetve a növényzet állapotát veszélyeztető tényezőket.

Célom a mintaterület és a benne zajló folyamatok mélyebb megismerése a jelenlegi állapot felmérése, illetve a korábbi növényzetről rendelkezésünkre álló információk összegyűjtése révén. A

feltérképezett növényzetet (és egyben a táj jelenlegi képét) veszélyeztető tényezők jövőbeni kivédésére próbáltam meg megoldási lehetőségeket felvázolni. Ez az érintett hatóságoknak és a helyi gazdálkodóknak is útmutatást jelenthet a jövőbeni tájhasználatra vonatkozóan.

Anyag és módszer

A vizsgált terület a Dorozsma-Majsai-homokháton helyezkedik el, ami az Alföld nagytáj részét képező Duna-Tisza közí-síkvidék középtájhoz tartozik. Növényföldrajzilag a terület a Pannonicum flóratartomány Eupannonicum flóravidékének Praematricum (Duna-Tisza köze) flórajárásába sorolható (Marosi és Somogyi, 1990).

A terület kiválasztásánál döntő szerepet játszott, hogy a Dorozsma-Majsai-homokhát többi részéhez hasonló arányban tartalmazzon természetes, féltermészetes és agrár, illetve urbánus elemeket. A másik döntő szempont az volt, hogy a nemrég felépült M5-ös autópálya hatásait is meg szerettem volna figyelni.

A növényzet múltbeli állapotának jellemzéséhez főként régi katonai térképeket használtam, amelyek segítségével a XVIII. Sz. második felétől követhetjük nyomon a táj fejlődését.

A jelenlegi állapot felmérése gyalogos terepbejárás segítségével történt, amelyek segédanyagként 1:25.000-es Gauss-Krüger katonai topográfiai térképek (MH 1992), valamint SPOT-4 és SPOT-5 műhold-fotókat (CNES, 1998; 2007) szolgáltak. A mintaterület jellemzése az ÁNÉR élőhelytérképezési rendszer legfrissebb változata, az ÁNÉR2007 (Bölöni et al., 2007) kategóriái alapján történt. Az adatokat Arc View GIS szoftver segítségével dolgoztam fel úgy, hogy a 2007-es SPOT-5 műhold-fotó és a terepi megfigyelések adatait összevettem. Ennek során kerekén 600 élőhelyfoltot sikerült elkülönítenem, melyekhez megfelelő ÁNÉR kódokat rendeltem.

A növényzet állapotát módosított Németh-Seregélyes-féle természetességi kategóriák segítségével jellemeztem, amelyek értékét szintén az élőhelytérkép foltjaihoz rendeltem.

Eredmények

Az elkészült élőhelytérképen (**1. ábra**) jól látható, hogy nagyfokú mozaikosság jellemző a mintaterületre. Összesen 37 élőhelytípust sikerült elkülöníteni, amelyek természetes, zavart és féltermészetes, tájidegen fás, agrár, valamint beépített élőhelykategóriákba sorolhatók.

A korábbi térképek tanulsága szerint, a leggyakoribb élőhelytípus a területen hosszú ideig a *homoki sztyepprért* volt. Az első katonai felmérés térképén még száraz gyepek alkották a táj alapmátrixát, amelyek minden bizonnyal túlnyomó többségében homoki sztyepprétek voltak. Ezeket csak a szélbarázdákban elhelyezkedő nedvesebb élőhelyek, illetve az első szántott területek tették változatosabbá. Ez az élőhely szenvedte el a legnagyobb területcsökkenést a régebbi állapotokhoz képest, ugyanis mára az elkészült térkép alapján a természetes élőhelyek közül is a második helyre szorult vissza; a vizsgált terület valamivel több, mint 10%-át foglalja el. A homoki sztyepprért foltok természetessége nem túl nagy, sőt néhány folt egészen rossz állapotú. Mindössze néhány, kisebb kiterjedésű állományt találtam, amelyek fajgazdagok és színezőelemeket is tartalmaznak, ezek azok, amelyeket a korábbi térképek tanulsága szerint sosem szántottak be.

A természetes kategóriák közül a leggyakoribb a *szikes rétek* előfordulása, ezek teszik ki az összterület majdnem 11%-át. Elhelyezkedésüket tekintve a szélbarázdákban találhatók, napjainkban ezek területének jelentős hányadát foglalják el. Mivel szántóföldi művelésre nem használható a területük, ezért legelő vagy kaszáló formájában hasznosították őket, ami kíméletes formában nem káros, sőt segíti is a fennmaradásukat. A foltok egy részének eredete a mézpázsitosok kilúgozódására vezethető vissza, ami pedig egyértelműen a belvízelvezető csatornákhöz köthető. Attól függetlenül, hogy a szikes rétek eredeti helyükön találhatók, vagy korábbi mézpázsitosok helyét foglalják el, természetességük nagyon jónak mondható. Ez talán azért lehetséges, mert a szikes zonáció folyamatos eltolódása során a fajkészlet végig rendelkezésre állt a foltokban. Sajnos azonban állományukat a további talajvízszint-csökkenés és a kaszálás, valamint a legeltetés elmaradása veszélyezteti.



1. ábra A mintaterület ANÉR élőhelytérképe

Figure 1. Habitat map of the sample site according to the General National Habitat Classification System of Hungary

A semlyékek mélyebb, szoloncsák talajú részein fordulnak elő a *mézpázsitos szikfokok*. Ezek a mintaterület 3,16 %-át foglalják el. Sajnos sok helyen a csatornák és árkok mentén kezd kilügződni a talaj, így a szikes rétek előrenyomulása figyelhető meg. Minden nagyobb mézpázsitos területen találtam néhány *vakszik* foltot a terepbejárás során. Ezek mérete sehol sem volt túl nagy, legtöbbjük el sem érte a térképezéshez szükséges mérethatárt, így külön foltként nem jelennek meg az élőhelytérképen.

A terület ritka és értékes társulásai a *kékperjés láprétek*. Összkiterjedésük mindössze a mintaterület 0,22%-át teszi ki. A szakirodalomban láprétfő-szikalj mintázatként (Deák, 2003) leírt törvényszerűségnek megfelelően ezek a kékperjés láprétek mintaterületemen is a szélbarázdák ÉNy-i részén találhatók. A megfigyelt kékperjés láprétfoltok egy részének kialakulásában valószínűleg nem a kistáj szintű talajvízáramlási rendszernek van szerepe, hanem sokkal inkább a szomszédos homokhátak, mint lokális beszivárgási területek felől érkező vizek tartják fent őket. A feltérképezett foltok mindegyike veszélyeztető tényezőknek van kitéve; van, amelyet már szinte teljesen körbeszántottak, és van, amelyet kiszáradás fenyeget. Egyik folt területét egy öntözőgödör létesítésével is csökkentették, ami ráadásul a megmaradt terület növényzetének fennmaradását is veszélyezteti.

A semlyékek mélyebb területein, ahol a vízborítás a legtovább megmarad, *szikes mocsarak* alakulnak ki. Növényzetüket részben zsiókások (*Bolboschoenetum maritimi*), részben a sziki nádas (*Bolboschoeno-Phragmitetum*) társulások alkotják. Az állományok egy része másodlagosan alakult ki vályogvető gödrökben. A zsiókások megjelenéséhez a mézpázsitos szikfokokkal megegyező termőhely, valamint sokáig tartó tavaszi vízborítás szükséges, így ez a társulás a csatornázás következtében erőteljesen visszaszorult, azonban megfigyelhető, hogy a tavaszi és nyár eleji csapadékmennyiség függvényében a két élőhelytípus váltja egymást.

A természetes élőhelytípusok közül előfordulnak még a nedvességben gazdag, de kevésbé- vagy egyáltalán nem szikes élőhelyeket kedvelő, a *nem tőzegképző nádasok, gyékényesek és tavikákások* közé sorolható társulások is. Ezek vegetációfoltjai a területemen nem tartoznak a tipikus állományok közé. Talajuk szolonyeces réti talaj, ami egybevág azzal, hogy állományai másodlagosan jelentek meg szikes réteken.

A terület jelentős részét borítja zavart vagy féltermészetes növényzet, amely több élőhelyi kategóriába sorolható.

A mintaterületen található mesterséges tó, illetve a csatornák növényzete a *csatornák, szabályozott patakok, mesterséges tavak parti zónájában kialakuló fragmentális mocsarak, hinarasok* ÁNÉR kategóriába sorolható. Több helyen megfigyelhetők a területen *jellegtelen fátlan vizes élőhelyek és lágyszárú özönfajok állományai* is.

Viszonylag gyakoriak a *jellegtelen száraz- vagy félszáraz gyepek és magaskórósok*, amelyek a felszín 6,6%-át borítják. Túlnyomó többségük felhagyott szántókon alakult ki a regeneráció kezdeti fázisában, de az autópálya építése során létrejött több ilyen folt, az eredeti növényzet jelentős mértékű degradálódásának következtében is. A szántóföldek felhagyása összefügg az egymást követő aszályos évekkel és a mezőgazdaság rossz anyagi helyzetével (Varga, 2006), de van olyan terület is, amelyet az autópályaépítés következtében hagytak fel.

Mindössze két élőhelyfoltot találtam, amelyek a *galagonyás-kökényes-borókás cserjések* ÁNÉR kategóriába sorolhatók. Ezek egy kiszáradó szikes réten alakultak ki a Fehértó-Majsai-főcsatorna és egy erdőfolt között.

A mintaterületen több foltban találhatunk *keményfás jellegtelen vagy telepített erdőket*, illetve *puhafás pionír és jellegtelen erdőket*. Ez utóbbiak fehér nyárral (*Populus alba*) történő erdősítés következtében jöttek létre. Mivel mindkét élőhelytípus állományait korábbi szántóföldek helyére telepítették, az aljnövényzet jellegtelen, hiányos.

Több helyen is találkozhatunk *tájidegen fajokkal elegyes erdők és ültetvények* állományaival. A foltok mindegyikére jellemző, hogy akác és fehér nyár vegyesen telepített állományairól van szó. Telepítésük nagyrészt a rendszerváltást követően történt. Összkiterjedésük még nem nagy, de folyamatosan növekszik.

Néhány *őshonos fajú erdősáv, fasor* is előfordul a területen, de ezek kiterjedése nem jelentős. Utak mellé, tanyák közelébe ültetett fehér nyár állományok tartoznak a kategóriába.

A területen egyetlen foltban alakult ki *tájidegen cserjés*, ami az *idegenhonos cserje vagy japánkeserűfű fajok uralta állományok* közé sorolandó. Állományát gyalogakác és a zöld juhar fiatal egyedei alkotják.

A telepített erdők közül a leggyakoribbak az *akácosok*, amelyek az összterület 3%-át foglalják el. A *nemes nyarasok* kiterjedése ennek valamivel több, mint fele. Az *erdei- és feketefenyvesek*, valamint *egyéb tájidegen lombos erdők* a mintaterületen csak kis kiterjedésben vannak jelen. Mindegyik felsorolt tájidegen erdőállomány aljnövényzete szegényes, természetességük 1-es kategóriába sorolható a módosított Németh-Seregélyes-féle természetesség alapján.

A területen található *újonnan létrehozott fiatal erdősítések* kiterjedése a vizsgált terület 2%-át teszi ki. A telepített fafajokat tekintve akác és fehér nyár vegyes állományairól, illetve nemes nyár állományokról van szó. Ezek az élőhelyfoltok egy kivételével idősebb erdőállományok mellett találhatók.

A mintaterületemen található *nem őshonos fajú facsoportok, erdősávok és fasorok* legtöbbször birtokhatárokra, tanyák, földutak mellé telepített akác és ezüstfa állományokként jelennek meg, míg a *nem őshonos fajok spontán állományai* ezeken kívül a zöld juhart és a bálványfát is tartalmazzák. Ezek jelenléte természetvédelmi és természetességi szempontból is káros.

A vizsgált terület legnagyobb hányadát jelenleg a mezőgazdaságilag művelt parcellák adják. A mintaterület agrár élőhelyei közül az egyik legnagyobb kiterjedésű kategóriát az *egyéves nagyüzemi szántóföldi kultúrák* alkotják, amelyek az összterület csaknem 14%-át foglalják el. Az *évelő nagyüzemi szántóföldi kultúrákat* mindössze néhány lucernatábla képviseli a területen.

A terület középső részén a *nagyüzemi szőlő és gyümölcs* termesztés maradványaként található két felhagyott almás folt, amelyek alatt gyomos szárazgyep alakult ki, illetve bálványfa és akác jelenik meg helyenként. A tanyák mellett néhány foltban találhatunk *kisüzemi szőlőt, gyümölcsöst*. Ennek az élőhelytípusnak az aránya jelentősen csökkent az 1950-es évekhez képest. Az ilyen kisüzemi művelésű foltokban jellemzően több gyümölcsfajt, azoknak is több fajtáját termelték együtt, így ezek sok régi fajtának is az előfordulási helyei. Sajnos eltűnésükkel a régi gyümölcsfajták is egyre ritkábban lelhetők fel.

Mintaterületem jellegzetes tanyás szerkezetének következtében – több, mint 100 tanya található itt – a legnagyobb kiterjedésű élőhelytípust a *kistáblás mozaikok* képezik. A teljes vizsgált terület 20,7%-át borítják. Jellemző rájuk, hogy sok kis parcellából tevődnek össze, amelyeken különböző szántóföldi zöldség, gyümölcs és gabonanövényeket termesztettek. Mivel a parcellák növényzete eltérő, illetve azok felszántása sem egyszerre történik, a nagytáblás művelésnél jóval nagyobb fajdiverzitás fenntartására alkalmasak. Ehhez hozzájárulnak a mozaikok részét képező, éppen nem művelt foltok, tarlók is. A kistáblás mozaikokban sok földút, mezsgye is található, amelyek a természetes zavarástűrő növényzet fennmaradását biztosítják és sok állatfaj mozgását segítik.

Szintén a sűrű tanyahálózattal függ össze területemen a *zöldség- és dísnövénykultúrák, melegházak* nagy gyakorisága. Ezek a tanyák közvetlen közelében alkotnak kisebb nagyobb foltokat, főleg a kistáblás mozaikokba ékelődve.

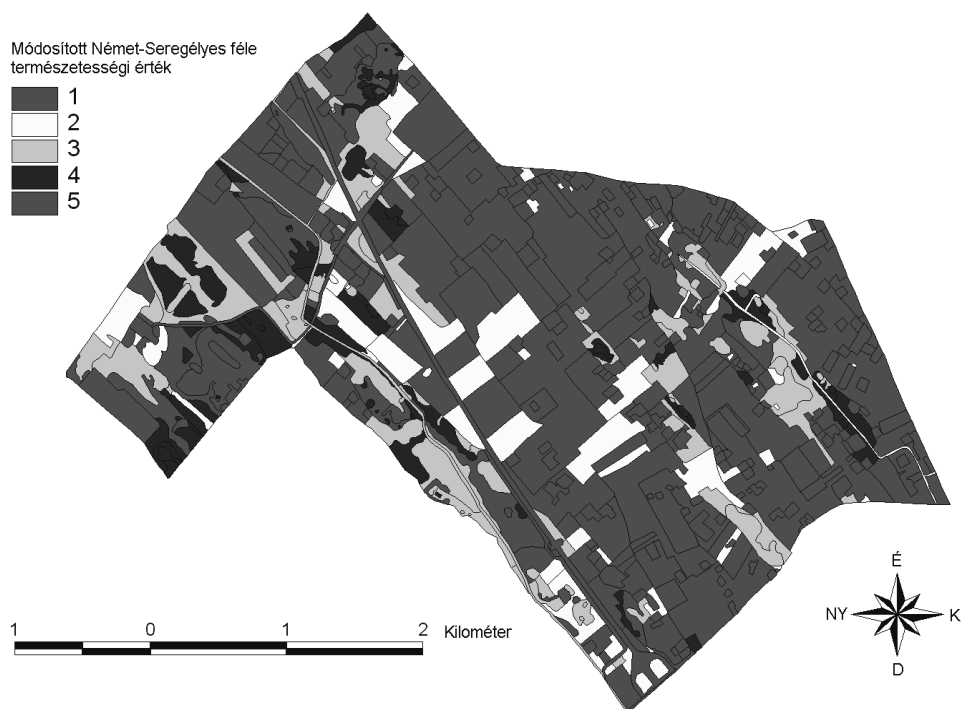
Néhány *telephely, roncs terület* is van a vizsgált területen, valamint az *út és vasúthálózat* is jelentős területet fed le a felszínről, ami legfőképpen az M5-ös autópályának köszönhető. Megépítése során a pálya aszfaltja mellett még közútalékkal fedett szervízutakat is létrehoztak, valamint felüljárók épültek, amelyek közül egy a területen található.

A növényzet állapotának értékelésére hosszú évek tapasztalatai alapján fejlesztették ki a módosított Németh-Seregélyes-féle természetességi értéket. Ennek megalkotása az ÁNÉR rendszerek létrejöttével párhuzamosan történt. Jellemzője, hogy az élőhelyfoltokat az adott élőhelykategórián belül értékeli, annak sajátosságait figyelembe véve, de a különböző élőhelytípusok egymással is összevethetők. Az értékeléshez ötfokozatú skálát használ, ahol a magasabb érték természetesebb élőhelyet jelöl.

A természetességi értékeket a foltokhoz rendelve megkaptam a mintaterület természetességi térképét (**2. ábra**). Ezt összevetve az elkészült élőhelytérképpel, jól látszik, hogy a semlyékek, szélbarázdák füves területei képezik a nagyobb természetességű foltokat. Főleg a szikesek tekinthetők jó állapotú élőhelyeknek, ami nem véletlen, hiszen ezek területe mezőgazdasági művelésre többnyire alkalmatlan, és az invazív fajok sem könnyen telepednek meg rajtuk. A 3-4-5 kategóriájú területek mindegyike füves terület, vagy vizes élőhely, egyetlen jobb állapotú erdő sincs a környéken. A mezőgazdasági területek nagy aránya a természetességi értékben jól tükröződik.

A mintaterület 7,2 %-a képvisel kiváló értéket, ahol a növényzet szerkezete és fajkészlete is az eredetivel csaknem azonos. Ide sorolhatjuk a nagyobb gyepterületek szikes zonációjának jelentős részét, a semlyékekben lévő maradékkerinc-szigetek némelyikét, amelyeken eredeti állapotú homoki sztyepprétek maradtak fent, valamint a kékperjés láprétek két nagyobb foltját. Szinte az előbbivel azonos (7 %) az olyan jó állapotú foltok borítása, amelyeken felismerhető valamilyen szerkezeti vagy fajkészletbeli hiányosság, de alapvetően természetközeli állapotúnak tekinthetők. Ebbe a kategóriába tartozik a szikes mozaikkomplexek nagy hányada, főleg ha a növényzet szárazodás vagy zavarás miatt kissé megváltozott. Ezen kívül 4-es kategóriájú néhány nagyon jól regenerálódott gyepterület is. Jóval nagyobb arányú, mintegy 13,4 % a leromlott vagy kevésbé regenerálódott 3-as természetességű foltok kiterjedése, amelyek szerkezete sérült és gyomfajok előfordulása is jellemző bennük. Egy részük zavarás vagy túlhasználat következtében romlott le, míg másik csoportjuk korábbi művelés vagy zavarás után most regenerálódik. Ennél kevesebb, mindössze 8,7 % a 2-es természetességű foltok kiterjedése. Ide sorolhatók a természetes fafajú erdők, amelyek gypszintje propagulumforrás hiányában nem tud regenerálódni, illetve a felhagyott szántók helyén kialakuló gyomos szárazgyepek többsége és néhány erősen sérült, degradált,

eredetileg természetes gyepterület. A terület legnagyobb részét, összesen 63,5 %-át természetes növényzetűtől megfosztott, gyomfajok és termesztett növények uralta kultúrák fedik. Ezeknél az eredeti élőhelytípus fel sem ismerhető, arra esetleg következtetni tudunk. Ide soroljuk a mezőgazdaságilag művelt területeket, az idegenhonos erdőültetvényeket, valamint az összes beépített területet.



2. ábra A terület természetességi térképe
Figure 2. Naturality map of the examined area

Megfigyelhető a természetességi térképen, hogy a magasabb természetességű foltok egymás mellett találhatók. Jól látható, hogy 4-es és 5-ös természetességi értékű élőhely ott maradhatott csak fent, ahol más élőhelyek pufferzónaként védik a területet. A természetes élőhelyek egymást védve sokkal jobban megőrzik fajdiverzitásukat és szerkezetüket, mintha kis természetességű foltok közé ékelődnek. Az ilyen kis fragmentumok gyakran legalább 1 természetességi értékkel rosszabb állapotúak, mint a nagy összefüggő gyepekben található azonos élőhelytípusba tartozó foltok.

Megvitatás

A térségben jellemző intenzív mezőgazdasági használat, és a tanyák nagy száma miatt mindenképpen számolnunk kell a megmaradt természetes területeket érő káros, mezőgazdasági eredetű hatásokkal.

A füves területek növényzetét negatívan befolyásolja a sok helyen jellemző alullegetetés. Hatására szervesanyag-felhalmozódás, nádasodás, illetve a gyepek szerkezetének átalakulása figyelhető meg. Ezen kívül a szikeseken jellemző madárfajok jó része eltűnik, mert nem képes a magas fűben költeni.

Mivel a rendszerváltás óta megváltoztak a tulajdonviszonyok, előfordul, hogy az alullegetetett gyepektől pár száz méterre túllegeletetett foltokat találunk. A legelő állatoktól függően

a túllegeltetés és a vele járó taposás hatására a növényzet kiritkul, egyes fajok visszaszorulnak vagy eltűnnek, mások feldúsulnak az állományban.

Az utóbbi években egyre jellemzőbbé vált a gyepek tavaszi égetése, a kezeletlen területek arányának növekedése miatt. A túl késői égetés károsíthatja a vegetációs időszak elején hajtó növényeket, így a gyepek degradálódását okozhatja. A túl gyakori égetés a fajkészletet az egyszikűek irányába tolja el. Mindemellett a korán fészket építő madarak költését is tönkre teheti ez a kezelési mód, az ízeltlábú-faunát pedig jelentős mértékben károsítja az érintett területeken.

A mezőgazdasági termelés egyes gyepterméket beszántással veszélyeztet. Egyes helyeken, a semlyékek szélén megfigyelhető, hogy a szántás során a barázdák lefutnak a gyepek szélébe. Sajnos ez a szélbarázdák szegélyén élő, szárazabb élőhelyet kedvelő növényzet pusztításával jár.

A mezőgazdaság közvetett hatása, hogy a szántóföldeken, valamint intenzív zöldség és gyümölcsültetvényekben alkalmazott szerves- és műtrágyák egyes komponensei a talajból a semlyékek területére mosódhatnak. Ez hozzájárul a gyepek többletszervesanyag-felhalmozódásához, aminek következtében azok gyomosodása és nádasodása figyelhető meg.

A mezőgazdasági termeléssel összefüggő jelenség, ám külön kiemelő az öntözőgödörök és egyéb mesterséges állóvizek létrehozása a területen. Az öntözőgödörök nagy részét szikes vagy kékperjés semlyékekben mélyítették, mert itt az alacsonyabb térszín miatt a talajvízszint közelebb van, másrészt pedig az állattenyésztés visszaszorulása következtében a gyepek „felesleges” területté váltak. Az öntözőgödörök létrehozásával átszakították a réti mészke és mésziszap rétegeket, így azok vízzáró funkciója megszűnt, vagy minimálisra csökkent a semlyékeken.

Az öntözőgödörök mélyítése sajnos a helyi gazdálkodók tudatlanságának következményeként tudható be. Ezt támasztja alá, hogy a legtöbb ilyen víztestet a mélyítést követően néhány év után már nem használják, mert vize öntözésre alkalmatlan.

Az öntözőgödörök visszaszorítása véleményem szerint akkor lehetséges, ha a helyi gazdálkodókkal megismertetik a hatályos vízjogi szabályozást, illetve a szikes tavak *ex lege* védettségét, valamint tájékoztatják őket a sziksós vízzel történő öntözés káros következményeiről. E mellett szükséges a kis vízigényű, hatékony öntözési technológiák (pl. csepegtető öntözés) elterjedésének támogatása is.

Részben az öntözőgödörök létrehozásához kapcsolódó jelenség, ám annál sokkal összetettebb és régebbi eredetű probléma a terület talajvízszintjének csökkenése. A teljes Duna-Tisza-közén jellemző folyamat fő oka a belvízelvezető csatornák építése, ami az 1950-es évek legelején kezdődött, és néhány év alatt az összes nagyobb vizes területet érintette. A terület szárazodásának másik oka a talaj- és rétegvíz-kitermelésben keresendő. Az utóbbi 100 évben a térség lakossága megnőtt, szükségessé vált a népesség jó minőségű ivóvízzel való ellátása. Ezt először artézi kutakkal oldották meg, majd az 1960-as években kiépültek a települések vízhálózata, amelyek rétegvizek felhasználásával működnek azóta is (Liebe, 2000). E mellett egyre nagyobb volumenű az öntözési célú talaj- és rétegvíz-kitermelés is a térségben. A tsz-rendszer idején néhány nagyobb mélységű termál kutat is mélyítettek a térségben, ám ezek száma az utóbbi néhány évben újra növekedni kezdett. Egyes kutatások azt igazolják, hogy a térségben végzett nagy arányú nemes nyarakkal történő erdősítések is a talajvízszintet csökkentik, a fák jelentős párologtatása miatt.

Mindezen körülmények következtében a terület talajvízszintje az elmúlt 100-150 év során jelentősen csökkent. A csökkenés mértéke változó, mintaterületemen például mindössze néhány centiméterre tehető, mivel a magasabb fekvésű területek felől erre áramlanak a talajvizek, azonban már ez a kismértékű csökkenés is jelentős változásokat okozott a növényzetben az elmúlt évtizedek során. A vízszabályozások előtti térképeken ábrázolt nagy kiterjedésű vizes területek, szikes tavak csak fragmentumokban maradtak fent napjainkra, illetve az egész szikes zonáció eltolódott a szárazabb vegetáció irányába. Az üde láprétek szinte el is tűntek a kistájból, de a kékperjés rétek kiterjedése is drasztikus visszaesést mutat.

A folyamat lassítása, megállítása és esetleges visszafordítása szempontjából lényeges lenne az ésszerű vízgazdálkodás kialakítása, vízviasszatartási programok kiterjesztése, illetve az érintettek együttműködésének fokozása.

Egyre jelentősebb probléma a térségben a tájidegen fajok terjedése. Betelepítése óta folyamatosan ültetik, valamint spontán is terjed az akác. A gyökerein élő nitrogénkötő baktériumok, valamint nagy mennyiségű avarja miatt a talajt átalakítja, így környezetében nitrofil, zavarástűrő és generalista fajok jelennek meg, míg az igényesebb vegetáció kipusztul, visszaszorul. A kivágott fák is jól sarjadnak, így nehéz visszaszorítani az elfoglalt területekről.

A nemes nyarak az őshonos fajokkal kereszteződve, azok genetikai állományát rontják, ezen kívül a talajvíz szintjét is csökkentik.

Egyre inkább terjed a bálványfa (*Ailanthus altissima*) és a nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis*) fasorokban, felhagyott szántókon, de ültetett erdőkben, erdőszéleken is. Szintén invazív, agresszíven terjedő faj a zöld juhar. Terjedése főként az utóbbi néhány évben öltött jelentős méreteket a területem környékén, habár ártéri élőhelyeken már jó ideje problémákat okoz.

Az ázsiai eredetű ezüsthfa telepítése már nem jellemző a területen, ám a spontán állományok továbbra is terjednek. Ezek a szikes réteket és a homoki sztyeppréteket egyaránt veszélyeztetik.

A cserjék közül meg kell említeni a gyalogakácot, ami a kistájban főként csatornák mentén terjed. Irtása nehéz és költséges.

A lágyszárúak közül két hasonló tulajdonságú faj telepedett meg hazánkban, a betyárkóró, illetve az örömlevelű parlagfű. Mindkettő amerikai eredetű, pionír jellegű gyomnövény, kiirtásuk gyakorlatilag lehetetlen, esetleg visszaszorításukra van némi esély. Jelentős természetvédelmi problémát okoz a selyemkóró terjedése a térségben. A szintén Észak-Amerikai eredetű növénynek jelenleg a Duna-Tisza-közén majdnem mindenütt vannak állományai és egyre nagyobb területeket hódít meg. Szinte minden zavartabb, féltermészetes vagy agrár élőhelyen jól terjed, kizárólag a jó állapotú zárt gyepeken, ezek közül is leginkább a szikeseken nem tud megtelepedni.

2005 decemberére megépült a Kiskunfélegyháza-Szeged autópálya szakasz, amely a területemen halad át. Sajnos építése során nem jártak el elég körültekintően sem a nyomvonal kiválasztása, sem a kivitelezés folyamán. Sajnos belátható, hogy az autópálya nyomvonala nem kerülhet ki minden értékes természeti területet, ám a veszteség minimalizálása szükségszerű lett volna. Több helyen az autópálya nyomvonalát szikes semlyékekre vitték le néhány tanya állítólagos megmentése érdekében, ám azóta azokat a nagy zajterhelés, a tanyákhoz tartozó földek kisajátítása és egyéb körülmények miatt már ügyis elhagyták. A Balástyai lehajtót sem éppen körültekintően tervezték meg, ugyanis annak nyugati íveit a Forráskút-Balástya műút túloldalán, szántóföld helyén építhették volna fel a szikes rét helyett. Ugyanez vonatkozik a mellette található autópálya mérnökség épületeire is. Ez esetben több méternyi szintfeltöltést is spóroltak volna, tehát anyagilag sem indokolt a területválasztás.

Megfigyelhető, hogy az autópálya szintje jelentősen kimagasodik a környezetéből, ami indokolatlan, azt tekintve, hogy árvízveszély nincsen a területen, a belvizeket a csatornákkal el tudják vezetni, illetve a pálya felszínére hulló csapadék lefolyásához sem kell ilyen magasság. Ez a nagymértékű szükségtelen földmunkákon kívül fokozott zajterheléshez is vezet a környéken, ami a környék állatvilágát egyértelműen zavarja és az itt lakók is panaszkodnak miatta. Részben a zaj csökkentésére, részben tájrehabilitációs céllal nemes nyár, akác és különböző egyéb tájidegen fajokot tartalmazó fasorokat ültettek a pálya mentén, amelyek egy részét ráadásul szikes gyepekre telepítették, amivel még az eddiginél is nagyobb kárt okoztak az élővilágban. A nagy forgalom nem csak zajt hozott a környékre, hanem jelentős mértékű légszennyezést is, így hát érthetetlenek azok a vélemények, amelyek az autópályák építését időnként környezetvédelmi szempontokkal próbálják alátámasztani. Az ilyen kijelentések csak lokálisan, a tehermentesített utak környékére nézve lehetnek igazak, összességében nem. A pálya nyomvonala mentén csak a törvényileg előírt minimális mennyiségű ökológiai átjáró létesült (45 km-en 9 db) ami az élővilág szempontjából elégtelen. Ehhez járul ráadásul ezek kialakításának szakszerűtlensége is. A területemen található egyetlen ilyen létesítmény gyakorlatilag egy iszapos tócsával fedett aluljáró, amely maximum a kétélűek számára használható átkelőként.

Összegzésként elmondható, hogy mintaterületem mintegy 1506 ha területén a terepbejárások során sikerült összesen 600 élőhelyfoltot elkülönítenem. Ezek nagyon változatosak, összesen 37 ÁNÉR kategóriába sorolhatóak be. A természetes kategóriák valamivel több, mint a

területem negyedét fedik le, ezeket a kistájra jellemző növényzet borítja, melynek állapota nagyrészt jónak tekinthető, ám számos környezeti probléma veszélyeztetheti élővilágukat. Ezeken a területeken sok védett növény fordul elő, de legfőképp ezekre a foltokra koncentrálódik az állatvilág is, amely nagy faj- és egyedszámmal képviselteti magát. Különösen értékes a terület kételtű, hulló és madárfaunája.

A felhagyások és erdősítések ellenére továbbra is a szántóföldi művelés a legjellemzőbb területhasználati mód a térségben. A vizsgált terület 42%-a áll jelenleg művelés alatt. Ez döntően jelenleg kistáblás, kisüzemi gazdálkodást jelent, ám az utóbbi években ennek a gazdálkodási módnak nőtt az intenzitása, így a tájra gyakorolt hatása is fokozódott.

Az autópálya építés kapcsán jelentősen nőtt a beépített terület aránya, ezek a közvetlenül hozzájuk kapcsolódó zavart, átalakított élőhelyekkel együtt a terület majdnem 9%-át fedik. Mivel fokozódott a tanyákról történő elvándorlás, várható, hogy néhány évtizeden belül kis mértékben csökken az ilyen területek aránya, ám a kisparaszti tájhasználat eltűnése miatt ez inkább hátrányosan hat a tájra, mintsem előnyösen.

Mintaterületemen a második katonai felmérés óta az átalakított élőhelyek aránya alig nőtt, ám ezek minőségileg folyamatosan változtak, átalakultak, ami maga után vonta a természetes állapotú területek minőségének romlását, szerkezeti átalakulását is.

Irodalom

- Bölöni J., Kun A., Molnár Zs. 2003: Élőhelyismereti Útmutató 2.0. MÉTA program anyag. Kézirat. MTA-ÖBKI, Vácátót. 157 p.
- Bölöni J., Molnár Zs., Kun A., Biró M. 2007: Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer (Á-NÉR 2007). Kézirat, MTA ÖBKI, Vácátót. 184 p.
- CNES 2007: SPOT5-műholdfelvételek. FÖMI, Budapest.
- Deák J. Á. 2003: Landscape changes of the Lódri-tó - Kisiván-szék - Subasa area in the Dorozsma-Majsaian sandlands. *Acta Climatologica et Chorologica Universitatis Szegediensis*, 36–37: 27–36.
- Liebe P. 2000: Az Alföld felszín alatti vízkészlete. In: Pálfi I. (szerk.) 2000: A víz szerepe és jelentősége az Alföldön. Nagyalföld Alapítvány, Békéscsaba. p. 105–117.
- Marosi S., Somogyi S. (szerk.) 1990: Magyarország kistáji katasztere I. Magyar Tudományos Akadémia Földrajzi Kutató Osztály, Budapest. p. 83–87.
- MH (Magyar Honvédség) 1992: Gauss-Krüger topográfiai térképek (L-34-52- Db, -Dd; L-34-53- Ca). Tóth Ágoston Térképészeti Intézet, Budapest. Méretarány: 1:25.000.
- Varga K. 2006: Őszeszék tájökölógiai vizsgálata. Diplomamunka. Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Szeged. 52 p.

Abstract

ANALYSIS OF VEGETATION CHANGES DEPENDING ON LAND USE CHANGES ON A SAMPLE AREA OF DOROZSMA-MAJSAIAN-SANDLANDS

ANDRÁS KIRÁLY

SoilChem Agricultural and Environmental Laboratory
H-6782, Mórahalom, Vállalkozók útja 1/B., Hungary, e-mail: andras_kiraly@yahoo.co.uk

This study presents the vegetation changes and its reasons on a mainly agricultural sample area of Dorozsma-Majsaian sandlands situated in the Great Hungarian Plain. I examined the earlier state of the area analysing the maps of the three military surveys starting from the 18th century and an other military map from 1950. I made the actual vegetation map of the area based on my own field

searches using the categories of the General National Habitat Classification System's latest version (ÁNER2007). We can set out that the grazing landuse was progressively changed by crop production and later vegetable and fruit growing. Nowadays the remained few natural patches are endangered by negative impacts of agriculture activity, drying processes, newly built motorways and invasive species. In order to conserve the existing flora and to improve the conditions of the landscape it is highly necessary to decrease these threatening effects.

MAGYARORSZÁGI VIZESÉLŐHELY-REKONSTRUKCIÓK TERMÉSZETVÉDELMI JELENTŐSÉGE MADÁRTANI SZEMPONTBÓL

KOVÁCS GYULA

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola

Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, Dél-balatoni helyi csoport
8638 Balatonlelle, Irmapuszta, e-mail: del-balaton@mme.hu, www.dbtcs.fw.hu

Összefoglalás

Az egykor vízjárta területekben bővelkedő Magyarországon a vízrendezési munkák eredményeként kevés természetközeli vizes élőhely maradt fenn. Az elmúlt néhány évtizedben a természetvédelmi törekvések előtérbe kerülésével több helyen alakítottak ki vizesélőhely-rekonstrukciókat. A magyarországi példák alapján látható, hogy a beavatkozások minden esetben sikeresek voltak. A települések terjeszkedésével és az infrastrukturális hálózat növekedésével a hajdani állapotok már nem állíthatók vissza teljes mértékben. Éppen ezért kiemelt jelentőséggel bírnak az élővilág védelmében a még meglévő vagy helyreállított természetközeli élőhelyek. Fontos megemlíteni, hogy számos ritka és veszélyeztetett faj vagy fajközösség hatékony védelme az élőhelyek védelmével biztosítható.

Kulcsszavak: vizes élőhely, élőhely-rekonstrukció, élőhelyvédelem, természetvédelem

Bevezetés

Az elmúlt évezredek, évszázadok során az ember a természeti környezetben jelentős átalakítást végzett. Európai, ezen belül magyarországi viszonylatban érintetlen területekről nem beszélhetünk. A tájatalakító tevékenység hatására a természetközeli élőhelyek veszélybe kerültek, megszűntek. Az árvízmentesítés és lecsapolások előtt a vízjárta területek kiterjedése jóval nagyobb volt a jelenleginél. A Tisza és mellékfolyói, a Duna, a Hanság, a Balaton környéke, mind-mind gazdag vízi élővilággal rendelkezett egykor. A vízrendezési munkálatok után a természetes vízfelületekből megmaradt területek mellett szabályozott folyók és halastavak tették ki a vizes élőhelyek zömét. Az élettér szűkülése a vizes élőhelyekhez kötődő fajok drasztikus csökkenésével járt együtt. Az ilyen és ehhez hasonló látványos folyamatok felismerése vezetett el a természetvédelem kialakulásához.

A hagyományos értelemben vett természetvédelem konzerváló funkciója mellett az utóbbi évtizedekben előtérbe kerültek a különböző aktív beavatkozások, amelyek az élőhelyeken az eredeti vagy kívánatos állapotok elérését célozzák meg. A természetvédelmi élőhelykezelési formák (Aradi és Göri, 1997) a következők:

Prezerváció – megőrzés: természetes szukcesszió-evolúció folyamatok, kedvező környezeti feltételeinek védelme, megőrzése.

Konzerváció – állapotörögzítés: egy természetvédelmi (ökológiai) szempontból értékes állapot fenntartása.

Rehabilitáció – helyreállítás: egy korábbi értékes, eltűnt állapot visszaállítása. Részlegesen sérült, degradálódott természeti rendszer alapelemeit még őrző élőhelyek helyreállítása, azon tényezők és folyamatok helyreállításával, melyek károsodása a rendszer sérülését okozta.

Rekonstrukció – felújítás: egy korábban létező, a terület eredeti állapotához tartozó, de időközben teljesen megszűnt természeti rendszer kialakítása.

Kreáció – létesítés: korábban nem létező, de feltételezhetően a tágabb környezetben jelenlevő, a kultúrtáját színesítő, lehetőleg őshonos fajokból álló élőhely kialakítása.

A továbbiakban a Magyarországon végrehajtott vizes élőhely-rekonstrukciókról és ezek szerepéről kívánok áttekintést adni. (A fentiekben definiált rekonstrukció és rehabilitáció közti különbséget az egyszerűség kedvéért a következőkben feloldom. A gyakorlatban e két fogalom többnyire egymás szinonimájaként jelenik meg. A vizsgálat tárgya jelen esetben ezek hatásai és szerepe, nem pedig az előzmények, amiben a különbség lényege áll.) Az élőhely-rekonstrukciók hatásait a madárvilág változásain keresztül kívánom bemutatni. (Nem térek ki a botanikai, a gerinctelen fauna, illetve más gerinces taxonok közösségeiben bekövetkezett változások elemzésére.)

A természetvédelmi beavatkozások sok esetben nagy kiterjedésű területeken valósulnak meg. A munkálatok tervezésekor számos szempontot kell figyelembe venni. A beavatkozás ökológiai aspektusain túl meg kell felelni a hatósági (pl. vízügyi) és gazdaságossági elvárásoknak is. Nagy hangsúlyt kell fektetni a társadalmi elfogadottságra, hogy világosak legyenek a beavatkozás előnyei és hátrányai egyaránt. A gazdálkodási körülmények esetleges megváltozása, intenzívről extenzív módszerekre való áttérés, a turizmusban rejlő adottságok számtalan lehetőséget jelenthetnek, de megfelelő kommunikációt igényelnek. A működtetés során kardinális kérdés a fenntarthatóság. Már a döntés-előkészítés ideje alatt láthatónak kell lennie a hosszú távú finanszírozás lehetőségeinek.

A beavatkozások, kezelések optimalizálására (Treweek *et al.*, 1997 nyomán) az alábbi lépések szolgálnak.

Fejlesztési és rekonstrukciós lehetőségek felismerése

Célkitűzés



Szakértők és közreműködő szervezetek kiválasztása

(természetvédelmi és gazdasági szempontok)

NPI-k, Vizi társulatok, civil szervezetek stb.



Alap kutatás és a terület értékelése



A korlátozó tényezők (szűk keresztmetszet) meghatározása



Alternatívák keresése a következő lehetőségekre:

- jelenlegi kezelés változtatása (fejlesztése)
- degradált területek rekonstrukciója, rehabilitációja
- új területek létrehozása



Egyértelmű kezelési célok meghatározása és munkaterv kidolgozása ← cél módosítás



A munka elvégzése



Monitoring és értékelés

Milyen természetvédelmi és gazdasági előnyök származnak?

→ visszacsatolás

Vizes élőhely-rekonstrukciók Magyarországon

Hazánkban egy kivétellel minden nemzeti park területén végeztek vizes élőhely-rekonstrukciókat. Bár Tardy *et al.* (2007) összefoglaló munkájukban csak nyolc nemzeti parkot említene, véleményem szerint a Kis-Balaton is ide kell sorolni. Eredetileg a Kis-Balatonra a Balaton vízvédelmi rendszerét tervezték (Lotz, 1988; Magyarics *et al.*, 1999), azonban a háborítatlan környezetben a kialakított/kialakult hatalmas vízfelület – ami eredetileg is vizes élőhely volt – óriási természetvédelmi értéket képvisel. A Kis-Balaton I. (Hídvégi-tó) 2400 ha, Kis-Balaton II. (Fenéki-tó) 6300 ha, összesen 8700 ha (6900 ha vízfelület) kiterjedésű.

Nemzeti park	Helyszín	Kiterjedés (ha)
ANP	3	9
BNP	7	3 250
DDNP	5	360
BfNPI	2	8 700
DINP	5	1 540
FHNP	4	4 822
HNP	27	19 466
KMNP	7	1 535
KNP	15	14 933
Összesen:	75	54 615

1. táblázat Vizes élőhely-rekonstrukciók Magyarországon (Tardy *et al.*, 2007 nyomán)

Figure 1. Wetland reconstructions in Hungary (after Tardy *et al.*, 2007)

Összesítve több mint 70 területen és közel 55 ezer hektáron valósult meg eddig vizes élőhely-rekonstrukció Magyarországon. Ez csupán az ország 0,6%-a, a védett területek 6,5%-a (KVVM TVH, 2007 alapján), mégis a legértékesebb élőhelyek közé tartoznak, egyben a magyar természetvédelem sikertörténetei.

A vizes élőhely-rekonstrukciók a gyakorlatban

Magyarországon a vizes élőhely-rekonstrukciók nagyrészt sík területen történtek (Alföld, Kisalföld), ahol az árasztások után állóvíz jellegű a víztest. Az árvízvédelmi munkák, a folyószabályozások és a folyók medermélyülése miatt a folyóvízi élőhely-rekonstrukciónál a legfőbb cél a még megmaradt, korábban gazdag élővilággal rendelkező árterek vízhez juttatása. A Duna béda-karapancsai és gemenci szakaszán az egykori fokrendszerek helyreállításával, viszonylag kis költséggel több 10 (néha 100) hektárnyi területeken oldották meg a vízellátását. Gemencen sarkantyúk elbontásával és mederkotrással sikerült a Vén-Duna mellékágnak, a hozzá tartozó Cserta-Duna holtágnak, két foknak és a Nyéki-Duna belső tónak a revitalizációja (Závoczky, 2007). A Fekete- és a Fehér-Körös völgyében az ártéri erdők „ökológiai célú vízpótlását” belvízleeresztő művek módosított alkalmazásával hajtották végre. A beavatkozással az erdősztyepp klímában található erdők vízellátottságát a talajvízszint emelésével és a szabad vízfelületek mikroklimatikus hatásával javították (Puskás, 2000). E két folyóvízi példa után következzenek a gyakoribb, állóvízi élőhely-rekonstrukciók részletei.

A prezerváció és konzerváció a természetközeli, lehetőleg sérülésmentes rendszerek esetén alkalmazható. Hazánkban azonban a táj nagymértékű átalakítása miatt a természetvédelmi gyakorlatban fontos szerepe van a rehabilitációnak és a rekonstrukciónak, melyek esetében Aradi és Gőri (1997) szerint a következő alapelveket kell szem előtt tartani:

- Csak olyan élőhelyet szabad rehabilitálni vagy rekonstruálni, ami korábban bizonyíthatóan volt a területen, figyelembe véve az időközbeni változásokat.
- A másodlagosan keletkezett, de értékes élőhelyeket meg kell őrizni.
- Figyelembe kell venni közeli, távoli menedékhelyekkel, géncentrumokkal való összeköttetéseket, amelyek biztosítják az újránépesedést.
- A célok között kell szerepelnie a természetes migrációs folyosó, a tájra jellemző ökológiai hálózat helyreállításának.
- Mindenekelőtt fel kell deríteni a terület átalakulásának okait, és csak akkor szabad elkezdni a munkát, ha a korábbi pusztulás okai megszűntek.
- Az előkészítés során fel kell mérni a terület élővilágát, ökológiai állapotát.
- Az első években, az úgynevezett stabilizációs időszakban, kerülni kell a kipusztult fajok mesterséges betelepítését. A természetre kell bízni az élőhely „ökológiai vázának” a kialakítását.

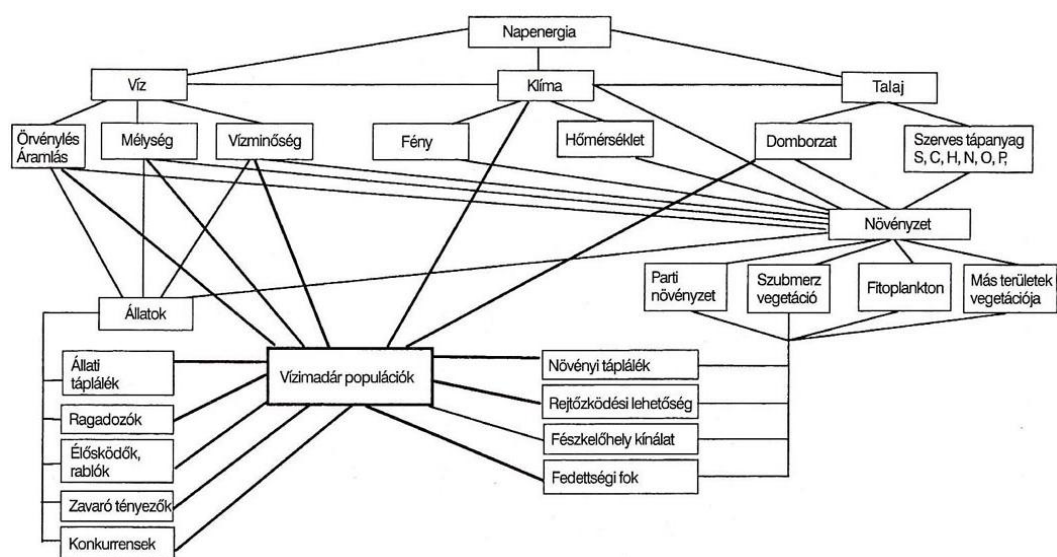
- A kialakítandó élőhely típusa megszabja a terület méretét. A céloknak megfelelően nagy kiterjedésűnek kell lennie, hogy megvédhető és fenntartható legyen.

A Hortobágyon, a karácsonyfoki rekonstrukció esetében Ecsedi (1997) az alábbi szempontokat fogalmazta meg:

- A terület gravitációsan, esetleg szivattyúval árasztható legyen.
- A fészkelési időszak után szükséges legeltetés miatt a terület legyen legelő juhnyáj vagy tehéncsorda közelében.
- A terület nagysága legalább 7–10 ha legyen, hogy a betelepülő madárközösség sok egyedből álljon, mert védekező stratégiájuk a ragadozókkal szemben csak így működhet hatékonyan. (A száraz, aszályra hajlamos hortobágyi időjárás miatt Konyhás és Kovács (1993) 20–50 ha-t javasol.)
- A fészkelő szigetek agyagból vagy szikes talajból épüljenek, laposan elterülve.
- A nagy kiterjedésű szigetek helyett inkább sok apró szigetekcske épüljön, az ajánlott nagyság 12–18 m².
- A szikes tó jellegű élőhely kialakításakor a meder legyen tagolt, sok szigettel és apadáskor szárazra került zátonyokkal.
- A fészkelési időszak kezdetén a vízmélység 5–60 cm, átlagosan 30 cm legyen.
- Három fontos ökológiai faktor: sekély, nyílt víz; kopár, világos színű növénymentes foltok és szigetek; valamint rendkívül alacsony (<5 cm) növényzet optimális aránya: 50%, 35%, 15%.
- Az élőhely emberi zavarástól mentes legyen.

A vizesélőhely-rekonstrukciók tervezésénél támpontot adhat az egyes fajok környezetigénye. A vízmadarak élőhelyhasználatából kiindulva, az alábbi habitatokra van szükség (Faragó, 1997): költőhely, táplálkozóhely, pihenő- és éjszakázóhely, vedlőhely, valamint telelőhely.

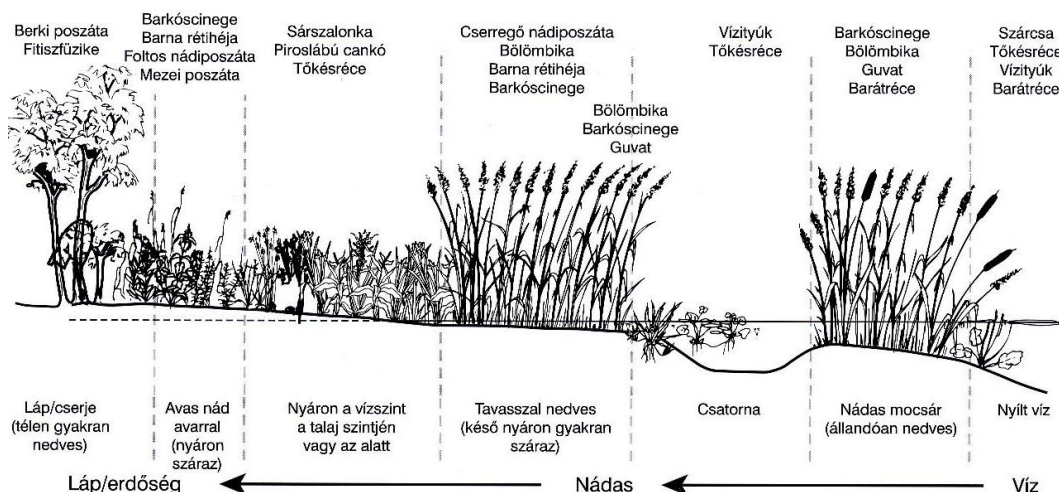
A vízmadár populációkra ható környezeti tényezők (**1. ábra**) összehatása szabja meg egy területen található közösség összetételét. Az élőhely-rekonstrukciók sikerességét jelentős mértékben meghatározza a táplálékkínálat, a zavartság és a predációs nyomás mértéke. Az élőhelyek kialakítása, kezelése folyamán ezen faktorok optimalizálása az élőhely-gazdálkodás célja (Faragó, 1997).



1. ábra A vízmadár populációkra ható környezeti tényezők rendszere (Kalbe, 1981)

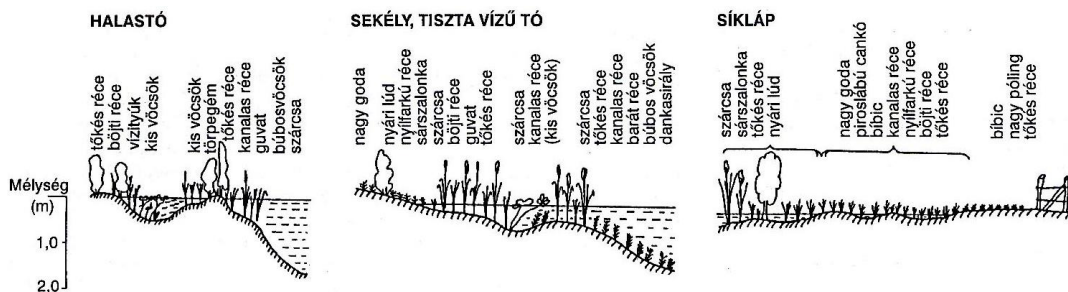
Figure 1. Effects of environmental factors on waterbird populations (Kalbe, 1981)

A vizes élőhely-rekonstrukciók végrehajtásakor változatos élőhely alakítható ki. A nyílt vízi habitatoktól kezdve a nádasok, a magassásosok, a nedves gyepek, a mocsárrétek, a láprétek és a facsoportok különböző fajok számára biztosítanak ételteret (**2. ábra**). Különböző kialakítású élőhelyek különböző habitattípusokra jellemző madárközösségek (**3. ábra**) számára biztosítanak ételteret. Szűkítve a kört, például csak a nádasokat tekintve, a forrásfelosztás következtében mind horizontálisan (**4. ábra**) a nádasban, mind vertikálisan akár egy nádszálon (**5. ábra**) több madárfaj is megfigyelhető (Dely-Draskovits *et al.*, 1995; Vásárhelyi, 1995)



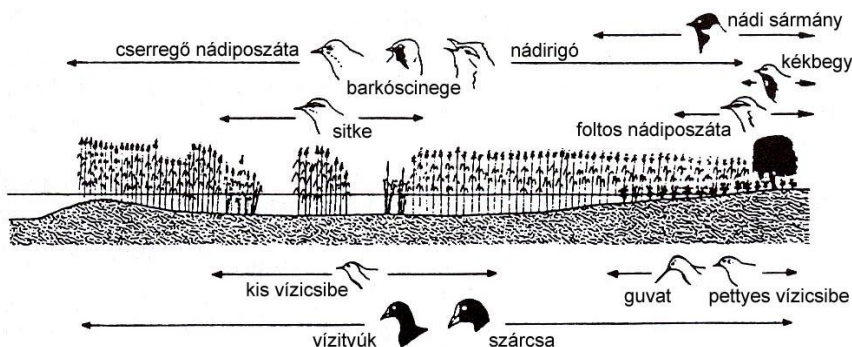
2. ábra Különböző habitatok és jellemző madárfajaik a nyílt víz felől az erdőig (Hawke és José, 2002)

Figure 2. Typical bird species of different habitats from the open water to the forest (Hawke and José, 2002)



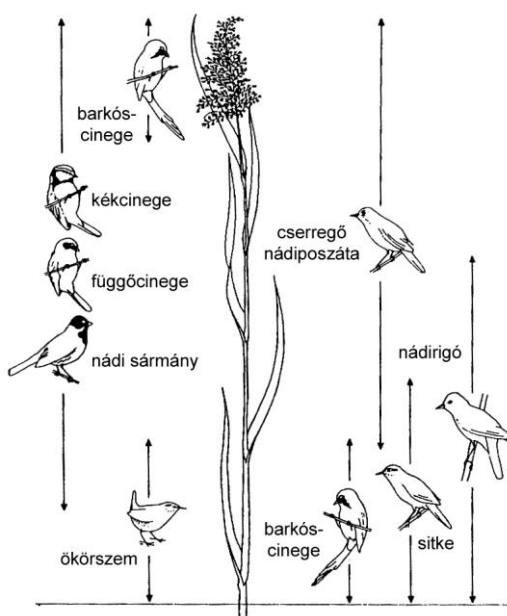
3. ábra Egyes élőhelytípusok jellemző vízimadár közösségei (Kalbe, 1981)

Figure 3. Typical waterbird communities of the different habitats (Kalbe, 1981)



4. ábra Az egyes madárfajok jellemző tartózkodási helye a nádas övekben (Böck, 1979 nyomán Dely-Draskovits *et al.*, 1995)

Figure 4. Distribution of bird species in the reed zone (Dely-Draskovits *et al.*, 1995 after Böck, 1979)



5. ábra Madarak táplálkozási helyének magasság szerint eloszlása a nádszálon (Böck, 1979 nyomán Vásárhelyi, 1995)

Figure 5. Vertical distribution of bird species feeding habitats on reed (Vásárhelyi, 1995 after Böck, 1979)

A vizesélőhely-rekonstrukciók hatásai

Nézzük a vizesélőhely-rekonstrukciók hatását a madárvilágra a hortobágyi Fekete-rét és Kis-Jusztus mocsarak újranevesedésének folyamatán (Aradi és Göri, 1997) keresztül.

Az első feltöltés után látványos volt a madárvilág gyors reakciója. Az ekkor tapasztalt mennyiségek messze meghaladták az azóta regisztráltakat és többszörösen a hasonló hortobágyi élőhelyekét. Ez az invázió a második évtől kezdve csökkent.

Az első vizsgálati időszakban az alacsony fajsám és magas egyedszám volt jellemző. Ugyan nagy mennyiségben fordultak elő a fészkelő fajok, de a költés elmaradt.

A második periódusban a fokozatosan emelkedő fajszaám mellett csökkent az egyedszaám. A Fekete-rét esetében igen gyorsan, már a negyedik évben a területre tíz év után jellemző fajösszetétel alakult ki. A fajösszetétel gyors stabilizációja vélhetően a környező mocsarak, halastavak hatásával magyarázható.

A feltöltést követő négy évben a fészkelő fajok száma: 16, 27, 37, 37. A hasonló fajszaámú harmadik és negyedik évben eltűnt három, a hortobágyi mocsarakra kevésbé jellemző (nyílfarkú réce (*Anas acuta*), szarcsensirály (*Larus melanocephalus*), küszvágó csér (*Sterna hirundo*)), helyette megjelent három tipikus mocsári faj (barátréce (*Aythya ferina*), kis vízicsibe (*Porzana parva*), fülemülesítke (*Acrocephalus melanopogon*)). A másik jellegzetes, nagyarányú változás a hatalmas (2500–3000 pár) dankasirály telep folyamatos zsugorodása, majd a hatodik évben való eltűnése. Érdekes kísérő jelenség volt néhány, a földmunkák által kialakított kopár területeken fészkelő, a hortobágyi mocsaraktól idegen faj (gulipán (*Recurvirostra avosetta*), kis lile (*Charadrius dubius*), székilile (*Charadrius alexandrinus*)) megjelenése és költése, majd eltűnése.

Az élőhely botanikai átalakulása, mely kezdetben rendkívül gyors volt, jóval lassabb ütemben, de még tíz év után is tart. Ehhez már nem a madárvilág fajösszetételének és mennyiségi viszonyainak változása, hanem a finomabb belső átstrukturálódás kapcsolódik.

A rehabilitáció idején a már mozaikos felépítésű élőhelyek madárközösségei a mocsár területén belül gyorsabban stabilizálódtak, mint a homogén állományoké. Ezeknek a foltoknak döntő szerepe van abban, hogy a fajösszetétel stabilizálódása már a negyedik évben bekövetkezett.

A fenti területek közül a hortobágyi vízterek összehasonlító ornitológiai vizsgálatai alapján a Kunkápolnási mocsár, a Polturás lapos és a Hortobágyi-halastóhoz képest a Fekete-réten sikerült a legnagyobb fajszaámot detektálni. Kiemelném a partimadár fajok, a szerkők (*Chlidonias spp.*) és a haris (*Crex crex*) előfordulását. Lényeges még, hogy a Hortobágyi-halastavon többek között három olyan fajról (szürke gém (*Ardea cinerea*), batla (*Plegadis falcinellus*), függőcinege (*Remiz pendulinus*)) van szó, amelyek előfordulása inkább a halastavi élőhelyekhez köthető. Továbbá nem elhanyagolhatóak a többi területen is előforduló fajok, mint a négy vöcsök faj (*Podiceps spp.*), a cigányréce (*Aythya nyroca*) vagy a nádi énekesmadarak (pl. *Acrocephalus spp.*). Ennek olvasatában Aradi és Göri (1997) szerint azért is érdemes itt foglalkozni a vizes élőhelyek helyreállításával, hiszen azok a helyek, ahol ez egyáltalán megvalósítható, a valamikori vízjárta területek 10–20 %-át sem teszik ki.

1972–1983 között a Kunkápolnási mocsáron (7956 ha) végzett 22 árasztás hatását Kovács (1984) évszakonként vizsgálta. Ezek közül hatszor árvízvédelmi vértározás (5–20 millió m³), 16 alkalommal (0,5–3 millió m³) természetvédelmi célú árasztás történt.

A tél közepi vértározásra a vizsgálatok ideje alatt egyszer került sor, ekkor telelő réce- (*Anas spp.*, *Aythya spp.*), lúd- (*Anser spp.*) és sirálycsapatok (*Larus spp.*) fordultak elő, melyek a hideg beálltával elvonultak. Megjelent még rétisas (*Haliaeetus albicilla*), vándorsólyom (*Falco peregrinus*) és bölömbika (*Botaurus stellaris*).

A tél végi-kora tavaszi (február-március) árasztások voltak a leggyakoribbak. Ebben az időszakban tapasztalták a legnagyobb faj- és egyedszaámot. Réce-, lúdfajok, sirályok, nagy goda (*Limosa limosa*), bibic (*Vanellus vanellus*), pajzsos cankó (*Philomachus pugnax*) kiugróan nagy tömegei, valamint kisebb számban havasi partfutó (*Calidris alpina*), ezüstlile (*Pluvialis squatarola*), kis lile és pólingok (*Numenius spp.*), továbbá rétisasok voltak láthatóak.

A tavaszi- nyár (április eleje-május közepe, vége) eleji árasztás kevészer fordult elő. Ilyenkor sok nem fészkelő, átnyaráló vízimadár volt jellemző. A márciusban domináns sokezeres godatömegeket tízezer pajzsos cankó csapatok váltották fel. Az áprilisban érkező fajok a réti cankó (*Tringa glareola*), a szürke cankó (*Tringa nebularia*) és az apró partfutó (*Calidris minuta*) volt. A három szerkő faj mellett székcicsérek és kék vércsék fordultak elő.

A nyári (július közepe-augusztus közepe) árasztások a réti és mocsári fészkelő fajok költése után, a gyülekezésük kezdetén van. Tömegesen jelentek meg a gémfélék és a dankasirály, kisebb számban a gólyatöcs (*Himantopus himantopus*), a tavi cankó (*Tringa stagnatilis*), a batla és a fekete gólya (*Ciconia nigra*).

Nyár végén, ősszel (augusztus közepe-október közepe, vége) kizárólag természetvédelmi céllal végeztek árasztásokat. A mocsarak feltöltése mellett a vízimadarak vonulása szempontjából optimális sekély elöntéseket alakítottak ki. A területre jellemző madárközösségek az itt költő, de ekkorra már csapatokba állt fajok (tőkés réce, nyári lúd), az ide érkező korai vonulók (pajzsos cankó, füstös cankó (*Tringa erythropus*), pólingok) és a tartósan itt időző fajok (csörgő réce (*Anas crecca*)). Jellemző voltak még a nagy, esetenként százezres tőkés réce (*Anas platyrhynchos*) és tízezres csörgő réce tömegek, melyek a környező területeken folytatott vízivadadászat elől kerestek menedéket. Kis számban rendszeresen előfordult az ezüstlile, kis lile, parti lile (*Charadrius hiaticula*), gulipán, vékonycsőrű víztaposó (*Phalaropus lobatus*). Alkalmi vendégként megjelent a pártás daru (*Anthropoides virgo*), vörös ásólúd (*Tadorna ferruginea*), vékonycsőrű póling (*Numenius tenuirostris*), sárjáró (*Limicola falcinellus*), fenyérfutó (*Calidris alba*) és a körforgató (*Arenaria interpres*).

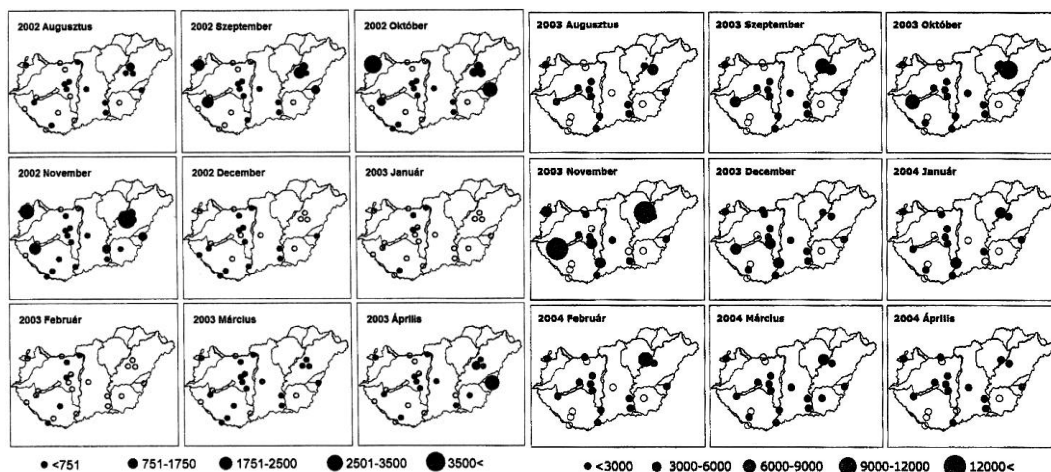
További fontos eredmény 1983-ban a Fekete-réten végzett feltöltések hatására – a fentiekben már említett sirályok és szerkők költése mellett – a nyári lúd (*Anser anser*) visszatelepülése. A több mint hetven vízimadár faj mellett, 14 különböző ragadozómadár faj is előfordult az árasztásokon.

Az 1992-es nyári aszály idején szintén a Hortobágyon végzett árasztásokon 40 vízimadár fajt (4. melléklet) figyeltek meg, többek között a négy vöcsök faj, gólyatöcs, gulipán, három szerkőfaj, bölömbika és nyári lúd költését is (Konyhás és Kovács, 1993). A karácsonyfoki élőhely-rekonstrukción 14 vízimadár faj költését detektálták (Ecsedi, 1997). A Kiskunságban a fulópszállási Fehér-széken a bibic és a szép számú (35–45 pár) gulipánok mellett, dankasirályok költöttek jelentős mennyiségben (100–250 pár) (Boros és Pigniczki, 2001). A Csákvári réten végzett rekonstrukción tíz éven belül a költőfajok száma kétszeresére, a költőpárok mennyisége majd ötszörösére emelkedett. Hasonlóan a kiskunsági viszonyokhoz, a legnagyobb költőkolóniát itt is a dankasirályok alkották (165 pár) (Váczi, 2000).

A Fertő-tó menti szikészen három egykori tó medrének mélyítésével kezdődtek a munkálatok. A kikerülő anyagból szigeteket építettek a fészkelő madarak számára. Az árasztások kedvező hatása a beavatkozást követő években azonnal érvényesült (Kárpáti, 1993). A víz az alföldi példákhoz hasonlóan itt is sekély volt (0–80, átlagosan 20 cm). A 10–20 pár gulipán, a kb. 20 pár küszvágó csér, illetve 1000–2000 pár körüli dankasirály fészkelőállomány a kilencvenes évek második felétől csökkenni kezdett, az utóbbi fajtából az ezredforduló környékén már csak 150–300 pár volt jelen (Pellinger, 2001). A fészkelő fajokon túlmenően a mexzikópusztai élőhely-rekonstrukción jelentős számban jelennek meg ritka madár fajok. Ilyenek a rózsás gödény (*Pelecanus onocrotalus*), pásztorgém (*Bubulcus ibis*) (Hadarics, 1999a), kis lilik (*Anser erythropus*), indiai lúd (*Anser indicus*), kanadai lúd (*Branta canadensis*) (Hadarics & Neuwirth, 1998), sarki lúd (*Anser caerulescens*) (Hadarics et al., 1998), örvös lúd (*Branta bernicla*), vörösnakú lúd (*Branta ruficollis*) (Pellinger, 1993a, 1993b), csüllő (*Rissa tridactyla*), vékonycsőrű sirály (*Larus genei*) (Hadarics, 1999b) vagy a sarki csér (*Sterna paradisaea*) (Pellinger, 1993c; Hadarics, 2000).

A Hanságban a 2001-ben kezdett Nyírkai-Hany vizesélőhely-rekonstrukción jelentős dankasirály (100 pár) és küszvágó csér (10–25 pár) költőállomány alakult ki. A második évtől kezdve rendszeresen fészkel a szerezcsensirály (*Larus melanocephalus*), állománya 50 párra tehető. A gyakoribb fészkelő fajok és ritka madarakon kívül figyelemre méltó, hogy a kezdeti gyér vadlúdvonulás után a három év alatt a Dunántúl egyik jelentős vonuló helye lett. A téli időszakban a nyári lúd, vetési lúd (*Anser fabalis*) és a nagyililik (*Anser albifrons*) összegyedszáma elérte a tízezres nagyságrendet. Az egykor kb. 55000 ha kiterjedésű hansági lápból 460 ha-t árasztottak el Bősárkány mellett. 0–200 cm közötti sekélyebb, mélyebb helyek váltják egymást; természetes és mesterséges szárazulatokkal tarkítva (Pellinger, 2007).

Az vizesélőhely-rekonstrukciók szerepét országos szinten a Magyar Vízivad Monitoring adatbázisa (Fragó, 2005; 2006) rendkívül jó mutatja. A lúd- és récefajok magyarországi diszperziója nagy arányban lefedi a Fertő-tó és környéke, a Kis-Balaton vagy a Hortobágy helyreállított területeit (6., 7. ábra).



6. ábra Csörgő réce előfordulás havi mintázata Magyarországon 2002/2003 (Faragó, 2005)

Figure 6. Monthly distribution pattern of Teal in Hungary 2002/2003 (Faragó, 2005)

7. ábra Nyári lúd előfordulás havi mintázata Magyarországon 2003/2004 (Faragó, 2006)

Figure 7. Monthly distribution pattern of Greylag goose in Hungary 2003/2004 (Faragó, 2006)

Irodalom

- Aradi Cs., Göri Sz. 1997: Vizes élőhelyek kezelése a Hortobágyi Nemzeti Parkban. A puszta, 14(1): 71–79.
- Boros E., Pigniczki Cs. 2001: Feltöltődött szikes tavak rekonstrukciója és a szikes mocsári vegetáció kezelése a kiskunsági szikes tavaknál. Tűzok, 6(1): 8–14.
- Böck, F. 1979: Birds of Neusiedlersee. In: Löffler (szerk.): Neusiedlersee: The limnology of a shallow lake in Central-Europe. Dr. W. Junk, The Hague. 543 p.
- C. Hawke, P. José 2002: A nádasok kezelése gazdasági és természetvédelmi szempontok szerint. RSPB-MME, Budapest. 163 p.
- Dely-Draskovits Á., Szinetár Cs., Vásárhelyi T. 1995: Forrásfelosztás a nádasban. In: Vásárhelyi T. (szerk.): A nádasok állatvilága. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest. p. 128–137.
- Faragó S. 1997: Élőhelyfejlesztés az apróvad-gazdálkodásban. A fenntartható apróvad-gazdálkodás környezeti alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 356 p.
- Faragó S. 2006: A Magyar Vízivád Monitoring eredményei a 2003/2004-es idényben. Magyar Vízivád Közlemények, 13: 41–214.
- Faragó S. 2005: A Magyar Vízivád Monitoring eredményei a 2002/2003-as idényben. Magyar Vízivád Közlemények, 12: 43–224.
- Hadarics T., Neuwirth N. 1998: Kanadai lúd (*Branta canadensis*) megfigyelése a Fertő mellett. Tűzok 3(2): 57–60.
- Hadarics T. 1999a: Pásztorgém (*Bubulcus ibis*) előfordulása a Fertő mellett. Tűzok, 4(1–2): 11–14.
- Hadarics T. 1999b: A vékonycsőrű sirály (*Larus genei*) újabb előfordulása Magyarországon. Tűzok, 4(1–2): 17–20.
- Hadarics T. 2000: A sarki csér (*Sterna paradisaea*) újabb előfordulása Magyarországon. Tűzok, 5(3–4): 57–59.
- Hadarics T., Antli I., Pellingner A. 1998: Sarki lúd (*Anser caerulescens*) előfordulása a Fertő környékén. Tűzok, 3(2): 60–63.
- Kalbe, L. 1981: Ökologie der Wasservögel. Einführung in die Limnoornithologie. Die Neue Brehm Bücherei. 2. Auflage. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg-Luthestadt. 114 p.

- Kárpáti L. 1993: Élőhely-rekonstrukció a Fertő-menti szikeseken. Madártani tájékoztató, 1993. (január–június): 11–15.
- Konyhás S., Kovács G. 1993: Az árasztások hatása az 1992-es nyári aszály idején a Hortobágy madárvilágára. Madártani Tájékoztató, 1993. (január–június): 5–7.
- Kovács G. 1984: Az árasztások hatása a Hortobágy madárvilágára. Aquila, 91: 163–176.
- KVVM TVH 2007: Országos jelentőségű védett természeti területek. A védetté nyilvánítások, bővítések időrendi sorrendje. http://www.termeszetvedelem.hu/index.php?pg=menu_2049
- Lotz Gy. 1988: A Kis-Balaton vízvédelmi rendszer. Hidrológiai Tájékoztató, 28(2): 20–22.
- Magyarics A., Pomogyi P., Pék T. 1999: A Kis-Balaton védőrendszerének kialakítása, működésének eredményei. Vízügyi Közlemények, 81(4): 615–646.
- Pellinger A. 1993b: A Fertő vadludairól. Szélkiáltó, 7: 10–14.
- Pellinger A. 1993b: Ritka vadludak előfordulása a Fertőn az 1991-92-es vonulási időszakban. Madártani tájékoztató, 1993. (január–június): 32.
- Pellinger A. 1993c: Sarki csér (*Sterna paradisea*) a Fertő-tavon. Aquila, 100: 277.
- Pellinger A. 2001: Mekszikópusztai elárasztások. Tűzok, 6(3): 132–141.
- Pellinger A. 2007: A Nyirkai-Hany elárasztásai. In: Tardy J. (szerk.): A magyarországi vadvizek világa. Hazánk Ramsari területei. Alexandra Kiadó. p. 26–28.
- Puskás L. 2000: Élőhelyrekonstrukció a Körös-völgyi erdőben. Soproni Műhely http://ngt-erdeszet.emk.nyme.hu/soproni-muhely/15_szam/puskas2.htm
- Tardy J., Margóczy K., Takács A. 2007: Megvalósult vizes élőhely-rekonstrukciók Magyarországon. In: Tardy J. (szerk.): A magyarországi vadvizek világa. Hazánk Ramsari területei. Alexandra Kiadó. p. 24–25.
- Treweek, J., José, P., Benstead, P. (szerk.) 1997: The Wet Grassland Guide. Managing floodplain and coastal wet grasslands for wildlife. RSPB, EN and ITE. 254 p.
- Váczai M. 2000: Élőhelyrekonstrukció a Csákvári réten. Magyar Vízivad Közlemények, 6: 377–407.
- Vásárhelyi T. 1995: Forrásfelosztás a nádszálon. In: Vásárhelyi T. (szerk.): A nádasok állatvilága. Magyar Természettudományi Múzeum. Budapest. p. 119–127.
- Ward, D., Holmes, H., José, P. (szerk.) 1994: The new rivers and wildlife handbook. RSPB, NRA and RSNC. 426 p.
- Závoczky Sz. 2007: Vizes élőhelyek rehabilitációja a Duna-Dráva Nemzeti Park béda-karapancsai és gemenci tájegységében. In: Tardy J. (szerk.): A magyarországi vadvizek világa. Hazánk Ramsari területei. Alexandra Kiadó. p. 32–33.

Abstract

THE ORNITHOLOGICAL IMPORTANCE OF WETLAND RECONSTRUCTIONS IN NATURE CONSERVATION, HUNGARY

GYULA KOVÁCS

University of West Hungary, Faculty of Forestry, Roth Gyula Doctoral School of Forestry and Wildlife Management Sciences

BirdLife Hungary, South-Balaton Local Group

H-8638 Balatonlelle, Irmapuszta, Hungary, e-mail: del-balaton@mme.hu, www.dbtcs.fw.hu

Hungary used to be rich in wetlands in the past, but as a result of intensive wetland modification only a very few natural wetland habitats remained. In the last few decades one of the most important efforts of nature conservation was to carry out as more wetland habitat reconstructions as possible. The Hungarian results show that this kind of reconstruction work has always been successful. The expansion of settlements and infrastructure don't make it possible to restore the original state of wetland habitats. For that very reason the existing or the already restored nature-like habitats are of

significant importance. It is noteworthy to mention that effective protection of numerous endangered species or communities can only be guaranteed with the protection of habitats.

VIZESÉLŐHELY-FRAGMENTUMOK SZEREPE A TERMÉSZETVÉDELEMBEN – KOPPÁNYVÖLGYI ESETTANULMÁNY

KOVÁCS GYULA¹, WINKLER DÁNIEL², IFJ. JAKUS LÁSZLÓ¹ és SÁFIÁN SZABOLCS³

¹Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, Dél-balatoni helyi csoport
8638 Balatonlelle, Irmapuszta, e-mail: del-balaton@mme.hu, www.dbtcs.fw.hu

²Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet

³Természeti Örökségünk Alapítvány

Összefoglalás

Külső-Somogyban, a Koppány-patak Gerézdpuszta és Somogydöröcske közötti szakaszán végeztünk madártani felméréseket. A vizsgált terület az egykori ártér maradványa, egy kis kiterjedésű vizesélőhely-fragmentum, változatos élőhelytípusokkal. Jelentős számú, összesen 73 fajt sikerült megfigyelni, melyek nemzetközi és hazai természetvédelmi státuszuk alapján az élőhely jelentős értéket képvisel. Szerepét tekintve egy ökológiai folyosó része, vagy egy „lépegető kő” releváns funkcióját látja el mind a fészkelési, mind a vonulási időszakban.

Kulcsszavak: ökológiai hálózat, természetvédelem, madárfauna

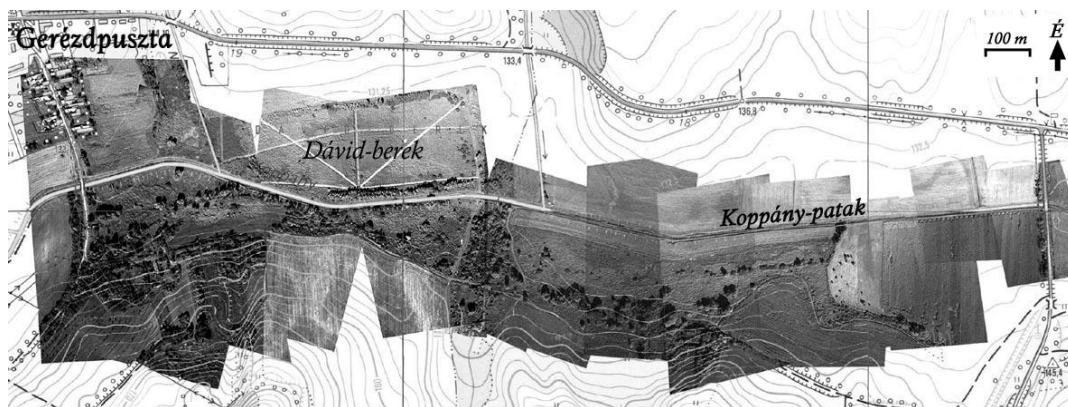
Bevezetés

Európában az emberi hatására jelentős mértékben átalakított tájban a természetes, vagy természetyszerű élőhelyek drasztikus mértékben összezsugorodtak, fragmentálódtak; arányuk átlagosan 15–16%-ra csökkent. Az ezredforduló közeledtével ezen felismerés hatására a megmaradt élőhelyek és az élőlények védelme érdekében – több más intézkedés mellett – ökológiai hálózatok (pl. Nemzeti Ökológiai Hálózat, Európai Ökológiai Hálózat, Páneurópai Ökológiai Hálózat, Natura 2000) létrehozása mellett döntött az Európai Unió (Érdiné Szekeres, 2002).

Külső-Somogy természettudományi szempontból hazánk kevésbé kutatott területei közé tartozik, és nincs ez másként az itt található Koppány-völgy esetében sem. A környék természetvédelmi értékének megítéléséhez igen kevés információ áll rendelkezésre. Munkánk során egy erőteljesen átalakított, intenzív tájhasználattal érintett, kis kiterjedésű szigetszerűen elhelyezkedő élőhelyet vizsgáltunk.

Anyag és módszer

A madárfelméréseket 2010-ben végeztük, a Koppány-patak Gerézdpuszta és Somogydöröcske közötti szakaszán (**1. ábra**) a nemzetközi és a hazai gyakorlatnak megfelelő módszerekkel (Báldi et al., 1997). Fészkelési időszakban pontszámlálással mintegy 40 ha-t érintve, fészkelési- és vonulási időben függőnyhálós madárgyűrűzéssel (384 m-es hálósorral) a vizsgálati területen található 11 ha-os nádasban (Dávid-berek), illetve ezzel szemben, délre lévő fás ligetben történtek a mintavételezések. Emellett több faunisztikai adatot gyűjtöttünk kora tavasztól a terepi bejárások alkalmával, az esőzések és a Koppány-patak áradása révén keletkezett vizes foltokon.



1. ábra Vizsgálati terület: a Koppány-patak Gerézdpuszta és Somogydöröcske közötti szakasza
Figure 1. Survey plot: the section of Koppány stream between Gerézdpuszta and Somogydöröcske

A vizsgálati terület természetvédelmi értékelését madárfaunisztikai alapon végeztük, a nemzetközi és a hazai természetvédelmi besorolások alapján. Az értékeléshez azért a madarakat választottuk, mert egyrészt jó indikátorok, másrészt erre az állatcsoportra vonatkozóan rendelkezünk a legátfogóbb tudományos ismeretekkel ökológiájukat és státuszukat tekintve (Báldi et al., 1997). A madarak és élőhelyeik védelmében születtek legkorábban a védelmi egyezmények, jogszabályok; és az egyes taxonokat tekintve talán ezeket vehetjük a legteljesebbnek. A használt minősítők:

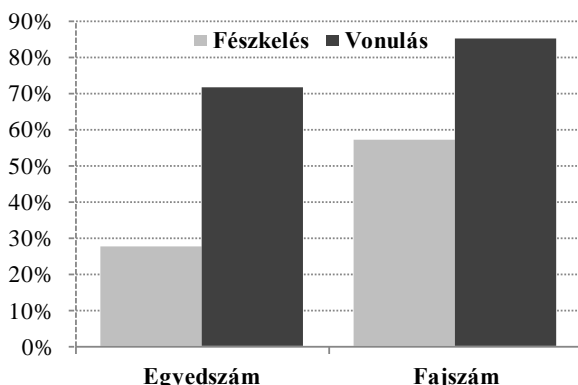
- IUCN Vörös Lista (IUCN, 2010);
- Berni Egyezmény az európai vadon élő élővilág és a természetes élőhelyek védelméről (1990/7. KTM);
- Bonni Egyezmény a vándorló vadon élő állatfajok védelméről (1986. évi 6. törvényerejű rendelet), valamint az ezt kiegészítő afrikai-eurázsiai vándorló vízimadarak védelméről szóló nemzetközi megállapodás (AEWA) (2003. évi XXXIII. törvény);
- Madárvédelmi Irányelv (79/409/EGK és 2009/147/EK);
- SPEC (Species of European Conservation Concern) kategória (Tucker és Heath, 1994; BirdLife International, 2004) és a
- hazai védettség (13/2001. (V. 9.) KöM rendelet).

Eredmények

A vizsgálati terület kis kiterjedése ellenére igen változatos élőhely. Madárközösségek szerinti – nem pedig botanikai – funkcionális felosztást használva, többféle élőhelytípus különíthető el: bokros, fás liget, gyeperő, mezőgazdasági terület, nádas. Valamennyi típusban közös, hogy időszakos többletvízhatással érintettek, azaz a patak áradása vagy a belvíz több napon/héten keresztül meghatározta a terület vízháztartását. Ezt a vegetáció is jelezte (pl. a *Carex* és *Salix* fajok és a *Phragmites australis* jelenléte). A vizes élőhely jellegét elsősorban a területen található nádas (Dávid-berek), illetve maga a Koppány-patak adja. Bár a vízfolyás alakja ma már inkább egy csatornára hasonlít, a parton található fűzligetek és bokorfüzesek az egykori ártér maradványai. Ezek ma már ritkán kapnak elöntést, de a talajvíz és a domboldalokról lefolyó víz még fenn tudja tartani a vizesélőhely-jellegét.

A terepi munka során összesen 12 rend, 29 család, 73 madárfaját sikerült megfigyelni, melynek közel fele (46%) kifejezetten vízhez kötődő, de a többi faj (generalisták) nagy része is előfordul vizes élőhelyeken. A pontszámlálás során a vizsgált területen valamennyi élőhelytípust bejárva 37 faj 199 egyedét mértük fel, a madárgyűrzésekkor 28 faj 233 példányát jelöltük meg. A függőnyhálós befogott madarak aránya mind faj-, mind egyedszám tekintetében jóval nagyobb

volt vonuláskor, mint a fészkelési időszakban (2. ábra). Feltételezhetően a terület Külső-Somogy vizes élőhelyeinek hálózatában számottevő funkciót láthat el.



2. ábra Az egyedszám és a fajsám aránya a fészkelési és a vonulási időszakban
Figure 2. Proportion of bird numbers and species richness in breeding and migration season

Globális aspektusból nézve az IUCN Vörös Lista (IUCN, 2010) alapján egy faj, a nagy goda (*Limosa limosa*), ami veszélyeztetetthez közeli (mérsékelten veszélyeztetett) (near threatened) státuszú, a többi faj nem veszélyeztetett (Least Concern).

A megfigyelt fajok közül 41 (56%) a Berni Egyezmény szerint fokozottan védett (II. függelék), 3 (4%) pedig védett (III. függelék).

A Bonni Egyezmény és az AEWA II. függelékében felsorolt kedvezőtlen természetvédelmi helyzetű vándorló fajok közé 26 (36%) tartozik (az egyezmény és a megállapodás fajai között természetesen van átfedés).

A Madárvédelmi Irányelv alapján a veszélyeztetett fajok (I. melléklet) aránya 15% (11 faj). 21 faj (29%), illetve 5 faj (7%) tartozik a II. és III. melléklethez.

A BirdLife International SPEC kategória (Tucker és Heath, 1994; BirdLife International, 2004) besorolása alapján az előfordult madarak közül egy, a rétisas (*Haliaeetus albicilla*) tartozik világszerte veszélyeztetett fajokhoz (SPEC 1). 9 faj (12%) tartozik az Európában kedvezőtlen védelmi helyzetű fajok közé, amelyek költő vagy telelő állományának több mint 50%-a Európában van (SPEC 2). 15 faj (21%) Európában kedvezőtlen védelmi helyzetű, amelyek költő vagy telelő állományának kevesebb, mint 50%-a van Európában. Tehát ezen kategorizálás alapján összesen 34%-a a detektált madaraknak európai viszonylatban kedvezőtlen helyzetű.

A hazai védelmi státuszt tekintve a megfigyelt fajok 93%-a védelem alatt áll, ebből 9 (12%) fokozottan védett, 57 (78%) védett és 2 (3%) az Európai Közösségben természetvédelmi szempontból jelentős állatfaj. (1. táblázat)

Fajok	SPEC kategóriák	Berni Egyezmény	Madárvédelmi Irányelv	Hazai védettség	Bonni Egyezmény és *AEWA
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Non-SPEC	II		V	
<i>Acrocephalus melanopogon</i>	Non-SPEC	II	I	V	
<i>Acrocephalus palustris</i>	Non-SPEC ^E	II		V	
<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	Non-SPEC ^E	II		V	
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Non-SPEC ^E	II		V	
<i>Aegithalos caudatus</i>	Non-SPEC			V	
<i>Alauda arvensis</i>	SPEC 3		II/B	V	
<i>Anas penelope</i>	Non-SPEC ^E W		II/A, III/B	V	II*
<i>Anas platyrhynchos</i>	Non-SPEC		II/A, III/A		II*
<i>Anas querquedula</i>	SPEC 3		II/A		II*
<i>Ardea cinerea</i>	Non-SPEC			V	*

<i>Buteo buteo</i>	Non-SPEC			V	II
<i>Carduelis cannabina</i>	SPEC 2	II		V	
<i>Ciconia ciconia</i>	SPEC 2	II	I	FV	II*
<i>Ciconia nigra</i>	SPEC 2	II	I	FV	II*
<i>Circus aeruginosus</i>	Non-SPEC		I	V	II
<i>Circus cyaneus</i>	SPEC 3		I	V	II
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	Non-SPEC	II		V	
<i>Columba palumbus</i>	Non-SPEC ^E	III	II/A, III/A		
<i>Corvus corax</i>	Non-SPEC			V	
<i>Corvus corone cornix</i>	Non-SPEC	III	II/B		
<i>Coturnix coturnix</i>	SPEC 3		II/B	V	II
<i>Cuculus canorus</i>	Non-SPEC			V	
<i>Cygnus olor</i>	Non-SPEC ^E		II/B	EU	II*
<i>Delichon urbicum</i>	SPEC 3	II		V	
<i>Dendrocopos major</i>	Non-SPEC	II		V	
<i>Dendrocopos minor</i>	Non-SPEC	II		V	
<i>Dryocopus martius</i>	Non-SPEC	II	I	V	
<i>Egretta alba</i>	Non-SPEC	II	I	FV	*
<i>Emberiza citrinella</i>	Non-SPEC ^E	II		V	
<i>Emberiza schoeniclus</i>	Non-SPEC	II		V	
<i>Falco subbuteo</i>	Non-SPEC	II		V	II
<i>Fringilla coelebs</i>	Non-SPEC ^E			V	
<i>Fulica atra</i>	Non-SPEC		II/A, III/B		*
<i>Gallinago gallinago</i>	SPEC 3		II/A, III/B	V	II*
<i>Gallinula chloropus</i>	Non-SPEC		II/B	V	*
<i>Grus grus</i>	SPEC 2	II	I	V	II*
<i>Haliaeetus albicilla</i>	SPEC 1		I	FV	II
<i>Hippolais icterina</i>	Non-SPEC ^E	II		V	
<i>Hirundo rustica</i>	SPEC 3	II		V	
<i>Ixobrychus minutus</i>	SPEC 3	II	I	FV	*
<i>Lanius collurio</i>	SPEC 3	II	I	V	
<i>Limosa limosa</i>	SPEC 2		II/B	FV	II*
<i>Locustella fluviatilis</i>	Non-SPEC ^E	II		V	
<i>Locustella luscinioides</i>	Non-SPEC ^E	II		V	
<i>Luscinia luscinia</i>	Non-SPEC ^E	II		FV	
<i>Luscinia megarhynchos</i>	Non-SPEC ^E	II		V	
<i>Merops apiaster</i>	SPEC 3	II		FV	
<i>Miliaria calandra</i>	SPEC 2			V	
<i>Motacilla alba</i>	Non-SPEC	II		V	
<i>Muscicapa striata</i>	SPEC 3	II		V	II
<i>Oriolus oriolus</i>	Non-SPEC	II		V	
<i>Parus caeruleus</i>	Non-SPEC ^E	II		V	
<i>Parus major</i>	Non-SPEC	II		V	
<i>Parus palustris</i>	SPEC 3	II		V	
<i>Passer montanus</i>	SPEC 3			V	
<i>Phylloscopus collybita</i>	Non-SPEC	II		V	
<i>Picus viridis</i>	SPEC 2	II		V	
<i>Rallus aquaticus</i>	Non-SPEC		II/B	V	*
<i>Saxicola torquata</i>	Non-SPEC	II		V	
<i>Serinus serinus</i>	Non-SPEC ^E	II		V	

<i>Streptopelia turtur</i>	SPEC 3		II/B	V	
<i>Sturnus vulgaris</i>	SPEC 3	III	II/B	EU	
<i>Sylvia atricapilla</i>	Non-SPEC ^E	II		V	
<i>Sylvia borin</i>	Non-SPEC ^E	II		V	
<i>Sylvia communis</i>	Non-SPEC ^E	II		V	
<i>Tringa nebularia</i>	Non-SPEC		II/B	V	II*
<i>Tringa ochropus</i>	Non-SPEC	II		V	II*
<i>Tringa totanus</i>	SPEC 2		II/B	FV	II*
<i>Turdus merula</i>	Non-SPEC ^E		II/B	V	
<i>Turdus philomelos</i>	Non-SPEC ^E		II/B	V	
<i>Turdus viscivorus</i>	Non-SPEC ^E		II/B	V	
<i>Vanellus vanellus</i>	SPEC 2		II/B	V	II*

1. táblázat A megfigyelt madárfajok és természetvédelmi értékelésük

Figure 1. Conservation status of the observed bird species

Bár a tavaszi és nyári esőzések rendkívüli módon megnehezítették a munkát, az időjárási körülmények hatására eddig ritkán előforduló fajok (partimadarak – *Charadriiformes*) is megjelentek a szántók belvizes foltjain.

Megvitatás

A vizsgált Koppány-patak menti terület vélhetően egy ökológiai folyosó része, vagy egy „lépegető kő” (step stone) szerepét tölti be. A viszonylag kis kiterjedés mellett az előforduló madárfajok alapján jelentős természetvédelmi értéket képvisel.

A tapasztalatok és a korábbi területi viszonyok (II. katonai felmérés térképei) tanulmányozása alapján a jelenleg szabályozott mederben, gyorsan lefutó vízmennyiség megtartásával; a helyenként időszakosan belvizes, nehezen művelhető területek átalakításával olyan vizes élőhely-rekonstrukció valósítható meg, mellyel csökkenthető a Koppány-patak eróziós tápanyagterhelése, emellett növelhető a terület madárvonulási folyósokon betöltött szerepe is.

Irodalom

- Báldi A., Moskát Cs., Szép T. 1997: Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer IX. Madarak. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest. 81 p.
- BirdLife International 2004: Birds in the European Union: a status assessment. Wageningen, The Netherlands: BirdLife International. 50 p.
- Érdiné Szekeres R. 2002: Magyarország és a Páneurópai Ökológiai Hálózat. Környezetvédelmi Minisztérium, Természetvédelmi Hivatal. 13 p.
- Európai Közösségek Tanácsa 1979: A Tanács 1979. április 2-i 79/409/EGK Irányelve a vadon élő madarak védelméről [Madárvédelmi Irányelv].
- Európai Parlament és az Európai Unió Tanács 2009: Az Európai Parlament és a Tanács 2009/147/EK Irányelve (2009. november 30.) a vadon élő madarak védelméről.
- IUCN 2010: IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <http://www.iucnredlist.org>
- KöM 2001: 13/2001. (V. 9.) KöM rendelet a védett és a fokozottan védett növény- és állatfajokról, a fokozottan védett barlangok köréről, valamint az Európai Közösségben természetvédelmi szempontból jelentős növény- és állatfajok közzétételéről.
- KTM 1990: 1990/7. Nemzetközi Szerződés: Egyezmény az európai vadon élő növények, állatok és természetes élőhelyeik védelméről (Berni Egyezmény).
- Magyar Köztársaság 2003: 2003. évi XXXIII. törvény az afrikai-eurázsiai vándorló vízimadarak védelméről szóló, Hágában, 1995. június 16-án aláírt nemzetközi megállapodás kihirdetéséről [AEWA].

Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa 1986: 1986. évi 6. törvényerejű rendelet a Bonnban, az 1979. évi június hó 23. napján kelt, a vándorló vadon élő állatfajok védelméről szóló egyezmény kihirdetéséről [Bonni Egyezmény].
Tucker, G. M., Heath, M. F. 1994: Birds in Europe: their conservation status. Cambridge, UK: BirdLife International.

Abstract

THE ORNITOECOLOGICAL IMPORTANCE OF WETLAND HABITAT FRAGMENTS – A CASE STUDY (KOPPÁNY-VÖLGY, HUNGARY)

GYULA KOVÁCS¹, DÁNIEL WINKLER², LÁSZLÓ JAKUS JR.¹ and SZABOLCS SÁFIÁN³

¹Birdlife Hungary, South-Balaton Local Group

H-8638 Balatonlelle, Irmapuszta, Hungary, e-mail: del-balaton@mme.hu, www.dbtcs.fw.hu

²University of West Hungary, Institute of Wildlife Management and Vertebrate Zoology

³Hungarian Natural Heritage Trust

Bird observations were carried out on the Koppány stream section between Gerézdpuszta és Somogydöröcske. The study site is a small wetland habitat fragment in the remnant riparian area. A total of 73 species were observed. Their conservation status both worldwide and in Hungary proves the particular importance of the area, which has a relevant function as an ecological corridor or stepping stone during the breeding and migration period.

A TDR KÉSZÜLÉK DIREKT SÓKALIBRÁCIÓS MÓDSZERÉNEK ÉRTÉKELÉSE

KREMPER RITA, BALLÁNÉ KOVÁCS ANDREA, BERTÁNÉ SZABÓ EMESE és SÁNDORNÉ KINCSES

Debreceni Egyetem, AGTC-MÉK, Agrokémiai és Talajtani Tanszék
4032 Debrecen Böszörményi u. 138., e-mail: kremper@agr.unideb.hu

Összefoglalás

Dolgozatunkban a TDR technika direkt sókalibrációs módszerét értékeltük. Laboratóriumi oszlopkísérletekben mészeledékes csernozjom talaj aggregátum frakcióján különböző koncentrációjú kalcium-klorid oldatokat folytattunk keresztül, az egyensúly beálltáig. Az oszlop különböző mélységeiben eltérő nedvességtartalmak alakultak ki, az ehhez tartozó elektromos vezetőképességet mértük a TDR szondák segítségével. A talaj elektromos vezetőképessége (EC_w) és a talajoldat elektromos vezetőképessége (EC_a) közötti összefüggést a Rhoades képlete alapján határoztuk meg. Először különböző nedvességtartalmaknál ábrázoltuk EC_a -t EC_w függvényében, majd felvettük a kalibrációs egyeneseket, melyek jól illeszkedtek a pontokra. Ez alapján adott nedvességtartalomnál az EC_a értékéből EC_w megfelelő pontossággal kiszámítható. A Rhoades képletben szereplő $T(\theta)$ és $EC_s(\theta)$ függvényeket leíró együtthatók bevezetése azonban már nagymértékű pontatlanságot okozott az EC_w kiszámításakor. Ez alapján megállapítottuk, hogy csak adott nedvességtartalomra felvett kalibrációs görbe alapján lehet a talaj elektromos vezetőképességéből a talajoldat elektromos vezetőképességét megfelelő pontossággal kiszámítani.

Kulcsszavak: talaj, sótartalom

Bevezetés

A Time Domain Reflectometry (TDR) módszer a talaj nedvességtartalmának és elektromos vezetőképességének egyidejű mérésére alkalmazható eljárás. Topp et al. (1980) alkalmazta elsőként a módszert a talajok térfogatoss nedvességtartalmának mérésére. Majd Dalton et al. (1984) rámutattak arra, hogy a TDR módszerrel θ mellett egyidejűleg a talaj elektromos vezetőképessége (EC_a) is mérhető. Később Nadler et al. (1991) az EC_a és θ egyidejű mérésére egy új, egyszerűbb módszert dolgoztak ki, mely jelenleg is a legelterjedtebb eljárás. A talaj elektromos vezetőképességéből különböző kalibrációs eljárásokkal a talajoldat elektromos vezetőképessége (EC_w), illetve sókoncentrációja számítható.

A TDR technika alapelveiről Dalton és van Genuchten (1986), Dalton (1992), magyar nyelven pedig Rajkai (1991) adott összefoglalást.

A TDR sókalibrációs módszerei

Ward et al. (1994) a TDR műszer só kalibrálására vonatkozó módszereket két csoportra osztották:

A *direkt módszerek* tranziens áramlásnál is alkalmazhatóak. Külön mérésorozattal meghatározzuk azt, hogy a talaj elektromos vezetőképessége (EC_a), hogyan függ a talajoldat elektromos vezetőképességétől (EC_w), valamint a nedvességtartalmától (θ). A méréseket közel azonos szerkezetű talajoszlopokon végezzük, melyek homogenizált bolygatott mintát tartalmaznak. Ezen konstansok a talaj típusát és szerkezetét jellemzik. A módszer bolygatott minták mérésénél alkalmazható.

Az *indirekt módszerek* konstans sebességű (steady-state) áramlás esetén alkalmazhatóak. Állandó nedvességtartalomnál a TDR szonda által mért elektromos vezetőképességet relatív

vezetőképességi értékekre számítják át. Ezek egyenlőek a talajoldat relatív koncentrációjával, melyből a tényleges koncentrációt megkapjuk. A módszer nem kíván külön kalibrációs mérőszorozatot, még a szondák cellaállandójának ismerete sem szükséges. Bolygatatlan minták esetén is alkalmazható.

Direkt módszer

A talaj elektromos vezetőképessége (EC_a), a talajoldat elektromos vezetőképessége (EC_w), valamint a térfogat arányban kifejezett nedvességtartalma (θ) között Rhoades et al. (1976) adott meg empirikus összefüggést:

$$EC_a = EC_w \theta T(\theta) + EC_s \quad (1),$$

melyben EC_s a talaj szilárd fázisának elektromos vezetőképessége, $T(\theta)$ a transzmissziós koefficiens, mely az áramlást jellemző labirintus hatás változását jellemzi a víztartalom változásával. $T(\theta)$ lineárisan változik a nedvességtartalommal, EC_s a talajra jellemző állandó.

A modell Rhoades et al. 1989-ben pontosították, és az egyenletben szereplő paramétereket újból értelmezték. Eszerint $T(\theta)$ a mobilis víz arányát (nagy pórusok víztartalmát), míg EC_s a talajrészecskék és az immobilis víz együttesének elektromos vezetőképességét írja le, mely szintén lineárisan változik a nedvességtartalommal.

A direkt kalibrációnál a $T(\theta)$ -t és $EC_s(\theta)$ -t jellemző kalibrációs konstansokat számítjuk ki. Talajonként külön mérőszorozatban a talajoszlompokat különböző sókoncentrációjú oldatokkal nedvesítjük be, többféle nedvességértékgig. A talaj elektromos vezetőképességét (EC_a), nedvességtartalmát, illetve a talajoldat elektromos vezetőképességét (EC_w) mérjük.

Anyag és módszer

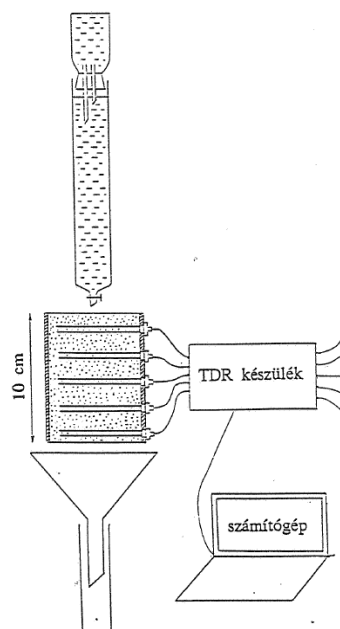
A mérésekhez mészlepedékes csernozjom 0,2–2 mm-es aggregátum frakcióját használtuk fel. A talajokat 10 cm magas 6 cm átmérőjű oszlopokba öntöttük és ezeken különböző koncentrációjú $CaCl_2$ -oldatokat folytattunk át, míg az effluens oldat koncentrációja már nem változott. Ezt kb. 16 órai adagolás után értük el. Az oszlopok különböző magasságaiban TDR szondákat helyeztünk el. Ezek a kísérlet során a térfogatós nedvességet és a talaj elektromos vezetőképességét mérték. A kísérleti berendezés vázlatát az **1. ábra** mutatja.

Az oszlopok különböző magasságaiban eltérő nedvességértékek alakultak ki, fentről lefele növekedett a nedvesség. Értékelésünkhöz az egyensúly beálltakor az oszlopban mért talaj elektromos vezetőképességét, a térfogatós nedvességtartalmat és az effluens oldat elektromos vezetőképességét használtuk fel

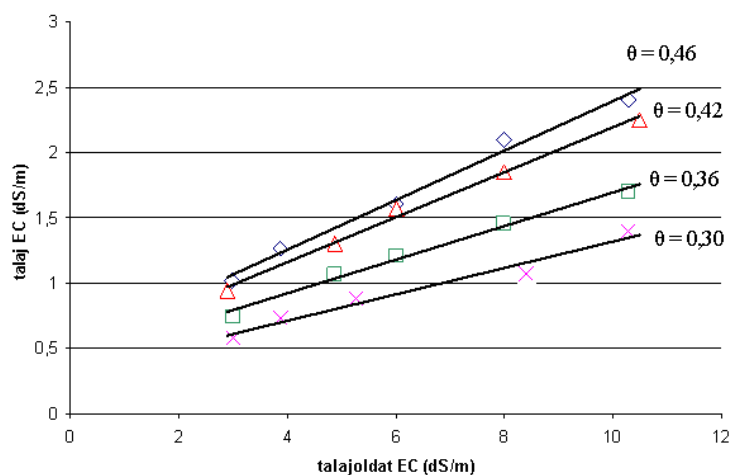
Eredmények

A csernozjom talaj elektromos vezetőképességét (EC_a) a talajoldat elektromos vezetőképességének (EC_w) függvényében különböző nedvesség tartalmaknál a **2. ábra** mutatja. Az adott nedvességtartalmakhoz tartozó EC_a értékek EC_w függvényében lineárisan változnak, az egyenesek meredeksége a nedvességtartalom növekedésével nő. Az illesztések viszonylag pontosak (**1. táblázat**), a 0,3 térfogatós nedvességtartalomtól eltekintve. Az egyenesek tengelymetszete adta az $EC_s(\theta)$ értéket, melyet a θ függvényében ábrázoltunk. Az illesztéssel megkaptuk az $EC_s = a \cdot \theta + b$ egyenlet konstansait.

Az $EC_s = a \cdot \theta + b$, illetve a $T = c \cdot \theta + d$ egyenletek konstansai a **3. ábrán** láthatóak. A kapott konstansok segítségével visszaszámítottuk a talajoldat elektromos vezetőképességét a talaj elektromos vezetőképességéből az (1) egyenlet segítségével (**2. táblázat**).



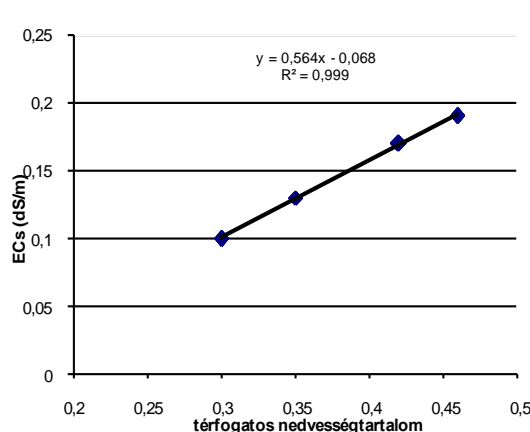
1. ábra A kísérleti berendezés vázlata
Figure 1 The scheme of the experimental apparatus



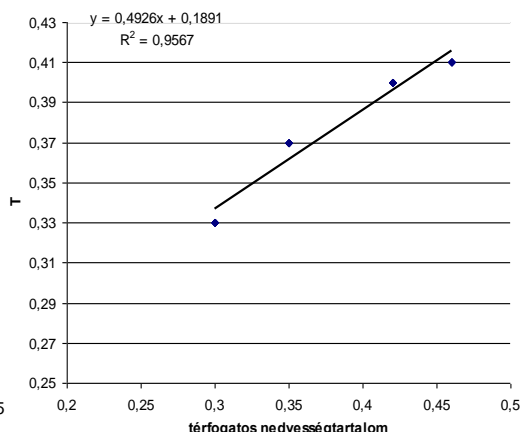
2. ábra A talaj elektromos vezetőképessége, a talajoldat elektromos vezetőképességének függvényében különböző nedvességtartalmaknál, csernozjom talajon
Figure 2. The soil electrical conductivity versus the electrical conductivity of soil solution by different water content in case of chernozem soil

Térf. nedvesség	Illesztett egyenes egyenlete	R ²
0,46	$f(x) = 0,19x + 0,49$	0,9896
0,42	$f(x) = 0,17x + 0,47$	0,9938
0,36	$f(x) = 0,13x + 0,4$	0,9897
0,30	$f(x) = 0,1x + 0,31$	0,9661

1. táblázat A különböző nedvességtartalmakhoz tartozó illesztések paraméterei
Table 1. Coefficients of the fits by several water content



3a. ábra EC_s változása a térfogatos nedvességtartalom függvényében



3b. ábra T változása a térfogatos nedvességtartalom függvényében

Figure 3a. EC_a versus volumetric water content

Figure 3b. T versus volumetric water content

EC_a	θ	EC_s	T	Számított EC_w	Mért EC_w	Relatív Hiba%
1,02	0,46	0,19	0,41	4,33	2,99	31,01
2,10	0,46	0,19	0,41	9,98	8,00	19,86
1,26	0,46	0,19	0,41	5,59	3,88	30,58
2,40	0,46	0,19	0,41	11,55	10,30	10,83
1,60	0,46	0,19	0,41	7,37	6,00	18,56
0,73	0,30	0,10	0,33	6,22	3,88	37,67
1,40	0,30	0,10	0,33	12,85	10,30	19,87
1,07	0,30	0,10	0,33	9,59	8,40	12,40
0,58	0,30	0,10	0,33	4,74	3,00	36,72
0,88	0,30	0,10	0,33	7,71	5,25	31,90
1,70	0,35	0,13	0,37	12,42	10,30	17,04
1,21	0,35	0,13	0,37	8,54	6,00	29,76
1,45	0,35	0,13	0,37	10,44	8,00	23,37
1,06	0,35	0,13	0,37	7,36	4,88	33,67
0,74	0,35	0,13	0,37	4,83	3,00	37,86
0,94	0,42	0,17	0,40	4,64	2,90	37,47
2,25	0,42	0,17	0,40	12,51	10,50	16,10
1,57	0,42	0,17	0,40	8,43	6,00	28,79
1,85	0,42	0,17	0,40	10,11	8,00	20,87
1,30	0,42	0,17	0,40	6,80	4,88	28,26

2. táblázat Mért és számított adatok a kísérletből

Table 2. Measured and calculated data from the experiment

Megvitatás

Amint a táblázatból kitűnik a számított adatok relatív hibája igen nagy, ezért a, b, c, d konstansok meghatározását nem javasoljuk. Csak adott nedvességtartalomra felvett kalibrációs görbe (**2. ábra**) alapján célszerű a talaj elektromos vezetőképességéből a talajoldat elektromos vezetőképességére, illetve sótartalmára következtetni.

Irodalom

- Dalton, F. N., Herkelrath, W. N., Rawlins, D. S., Rhoades, J. D. 1984: Time-domain reflectometry: Simultaneous measurement of soil water content and electrical conductivity with a single probe. *Science*, 224: 989–990.
- Dalton, F. N., van Genuchten, M. Th. 1986: The time-domain reflectometry method for measuring soil water content and salinity. *Geoderma*, 38: 237–250.
- Nadler A., Dasberg S., Lapid, I. 1991: Time Domain Reflectometry Measurement of Water Content and Electrical Conductivity of layered Soil Columns. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 55: 938–943.
- Rajkai K. 1991: A talajfelszín nedvességtartalmának mérése TDR-módszerrel. *Hidrológiai közlöny*, 71(1): 37–43.
- Rhoades, J. D., Raats, P. A. C., Prather, R. J. 1976: Effects of liquid-phase electrical conductivity, water content, and surface conductivity on bulk soil electrical conductivity. *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 40: 647–651.
- Rhoades, J. D., Manteghi, N. A., Shouse, P. J., Alves, W. J. 1989: Soil Electrical Conductivity and Soil Salinity: New Formulations and Calibrations *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 53: 433–439.
- Topp, G. C., Davis, J. L., Annan, A. P. 1980: Electromagnetic determination of soil water content: Measurement in Coaxial Transmission Lines. *Water Resources Research*, 16(3): 574–582.
- Ward A. L., Kachanoski, R. G., Elrick, D. E. 1994: Laboratory measurements of solute transport using time domain reflectometry. *Soil. Sci. Am. J.*, 58: 1031–1039.

Abstract

EVALUATION OF DIRECT SALT CALIBRATION METHODS FOR TDR TECHNIQUE

RITA KREMPER, ANDREA BALLÁNÉ KOVÁCS, EMESE BERTÁNÉ SZABÓ and KINCSES SÁNDORNÉ

University of Debrecen, Department of Agrochemistry and Soil Science
H-4032 Debrecen Böszörményi st. 138., Hungary, e-mail: kremper@agr.unideb.hu

In our paper we evaluated the direct salt calibration methods of TDR technique. We made laboratory column experiments with aggregate fraction of chernozem soil. Calcium chloride solution with various concentration were flown through the soil columns till the equilibrium formed. At different soil depths the volumetric water contents were also different. We measured the soil electrical conductivity and the volumetric water content with TDR apparatus. We determined the relationship between soil electrical conductivity (ECa) and the soil solution electrical conductivity (EC_w) applying Rhodes equation. We graphed ECa versus EC_w, than we fitted the calibration curves that had a good fit. Based on it at a certain water content EC_w can be calculated with appropriate accuracy from ECa. However when we introduced further coefficients that describe T(θ) and EC_s(θ) functions in the Rhodes equation we could not determine EC_w from these with adequate accuracy. Based on this it can be concluded that only with the application of calibration curves under constant volumetric content can be the soil water electrical conductivity determined with adequate accuracy.

MIKROKLÍMA MÓDOSÍTÁS LEHETŐSÉGE GYÜMÖLCSÜLTETVÉNYBEN

LAKATOS LÁSZLÓ¹, NYÉKI JÓZSEF², SZABÓ ZOLTÁN², SOLTÉSZ MIKLÓS² és VERES EMESE²

¹Debreceni Egyetem, AGTC MÉK Agrár Műszaki Tanszék

²Debreceni Egyetem, AGTC KIT Kutatási és Fejlesztési Intézet
4032 Debrecen, Böszörményi út 138., e-mail: lakatos@agr.undieb.hu
web: <http://www.kfi-kutatas.hu>

Összefoglalás

Kutatómunkánk célja annak kiderítése volt, hogy a hűtőöntözés miként befolyásolja a virágzáskezdet időpontját és milyen hatással van a gyümölcsállományok mikroklímájára. Az eredmények azt mutatják, hogy a mikroszórófejek által kijuttatott vízmennyiség hatékonyan befolyásolja az állományok hőmérsékletének alakulását. Magasabb napi hőmérséklet (20 °C körüli hőmérséklet) esetében akár 5-7 °C-os hőmérséklet-csökkenés is elérhető. Az alacsony relatív nedvességtartalom tovább javíthatja a hőmérséklet-csökkentés mértékét. A gyakori (húszpercenkénti) öntözés hatására folyamatosan alacsonyabb hőmérsékleten tudtuk tartani a fák, valamint a rügyek hőmérsékletét. Ennek eredményeképpen az öntözött fák a virágzáskezdetek mintegy tíz nappal később következtek be. A virágzáslefutás dinamikáját szemlélve azt tapasztaltuk, hogy a lefutási görbe jellege hasonló volt, mind az öntözött, mind pedig az öntözetlen fáknál logisztikus függvénymenettel jellemezhető. Az öntözött kísérletnél azonban egy meredekebb függvényt tapasztaltunk, azaz gyorsabb lefutás jellemezte a virágzásdinamikát, annak ellenére, hogy csaknem azonos hőmérséklet fordult elő az öntözött és öntözetlen kezelések virágzási ideje alatt. Bizonyítást nyert, hogy a hűtőöntözés hazánk klimatikus viszonyai között alkalmas a virágzaskésleltetésre. A fagyveszély jelentősen csökkenthető, így a termésbiztonság javítható. A virágzaskésleltetés költségének a vízhasználat mennyiségének jellemzése további elemzést kíván, melyet a későbbiekben részletesen kívánunk elemezni.

Kulcsszavak: hűtőöntözés, állományklíma, virágzaskésleltetés

Bevezetés

Az öntözést a hazai kertészeti gyakorlatban általában vízpótlásra használják. Az esőztető öntözésnek azonban igen erőteljes hatása van a hőmérséklet alakulására. Amennyiben a levegő hőmérséklete magas, azaz eléri vagy meghaladja a 20°C-ot az esőztető vagy hűtő öntözés jelentősen csökkentheti a levegő, illetve a növények felszínhőmérsékletét. A hűtő hatás annál erősebb, minél szárazabb a levegő. A hűtőöntözés rendszeres alkalmazásával a gyümölcsállományok hőmérséklete csökkenthető, így késleltethetjük a virágzáskezdet alakulását. Korai virágzás kezdet esetén ugyanis nagy az éghajlati fagy előfordulás valószínűsége, ami komoly károkat okozhat a gyümölcsösökben. A hűtőöntözés jótékony hatása nemcsak a hőmérséklet-csökkentésben jelentkezik, hanem alkalmas fagyvédelemre is. A fagypont alatti hőmérsékletnél a víz és jég egyidejű jelenléte biztosítja, hogy a virágzat, illetve terméskezdemény felszínhőmérséklete nulla fok közelében marad, miközben a környező levegő hőmérséklete akár -8 °C-ra csökken. A hazai és nemzetközi gyakorlatban a fagyvédelmi öntözés elterjed. Az öntözéses virágzaskésleltetés alkalmazásával a fagy elleni védekezés hatékonysága jelentősen fokozható. Ez a módszer régóta ismert, de széleskörűen nem terjedt el. Alkalmazásának körülményeit Snyder et al (2005) részletesen ismerteti. Magyarországon Gergely (1980) a Jonathan almaültetvényben 9 nap virágzaskésleltetést ért el.

Anyag és módszer

A kísérleteket a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Pallagi kísérleti telepén állítottuk be. Az állományi mérések 4x1,5 m-es térállású, tölcser koronaformájú szilvaültvényben történtek. A vizsgálatok, a mikroklímamérések és virágzásdinamika felvételezések a Haganta fajtára vonatkoznak. A telepítés 2004 tavaszán történt.

A virágzás dinamika alakulását, annak időjárási változókval való kapcsolatát vizsgáltuk már korábban alma- és meggyültvényekben (Lakatos et. al., 2006, 2008, 2009). 2010-ben azt terveztük, hogy megvizsgáljuk, hogy miként befolyásolható a mikroklíma paraméterek alakulását az állományi térben mikroöntözés segítségével.

A mérésekhez speciális mikroklíma állomást használtunk. A nagyérzékenyséű platina hőmérsékletmérő szenzorokat az ágakra, közvetlenül a virágrügyek alá helyeztük. Öt pontban mértünk koronahőmérsékletet, a négy égtáji irányban, illetve a korona geometriai középpontjában. A mintavételezési idő 10 perc volt.

A virágzásdinamika felvételezések (Nyéki, 1980; 1989; 1990; 2002) vizsgálatai és útmutatásai szerint történtek.

A kísérleti körülmények beállítása 2010 márciusában kezdődött. Kialakításra került egy olyan öntözőrendszer, mely alkalmas a gyümölcsök fagyvédelmének ellátására és jól használható a mikroklíma paramétereinek befolyásolására. A mikroszórófejek rendeltetése nem a víz a párolgás általi hűtés, illetve a levegő nedvességtartalmának növelése. Jelen esetben célunk a hűtés mértékének, tartalmának vizsgálata volt. A virágzáskezdet előtt megközelítőleg egy hónappal korábban indítottuk a virágzáskéleltetési kísérletet. Az állományi térben három szintben helyeztünk el mikroszórófejeket (törzstérben, közvetlenül a talaj szintje felett néhány centiméterre, a koronaterben, illetve a koronater fölött körülbelül fél méter magasságban).

Az öntözési programot úgy állítottuk be, hogy húsz percenként két percig történt az öntözés. A mikroszórófejek egyenletes hűtést biztosítottak a teljes fa felületén. Jelen vizsgálatban nem választottuk szét az egyes öntözési szintek hatását, mivel ebben az időszakban a párolgás még nem olyan intenzív, hogy a törzstérbe kijuttatott vízgőz mennyiség jelentősen befolyásolná a koronater hőmérsékletét. Így gyakorlatilag a kontaktpárolgás mutatkozott a leghatékonyabb felszínhőmérséklet csökkentő tényezőnek. Ezért a három magassági szintben elhelyezett szórófej együttes hatását vettük figyelembe.

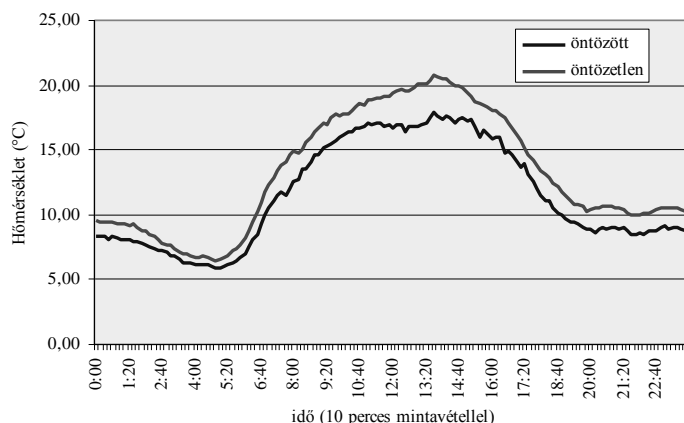
Eredmények

Az 1 hónapos öntözési program során azt tapasztaltuk, hogy a hőmérséklet átlagos napi menete az öntözött fák esetében 1,5–2,0 °C-kal alacsonyabb volt, mint a nem öntözötteké. (**1. ábra**). A különbség a déli órákban átlagosan elérte a 3–4 °C-ot. Legkisebb hőmérséklet-csökkenést a hajnali órákban tapasztaltunk, ekkor az öntözött állományok 0,5–1,0 °C-kal bizonyultak alacsonyabb hőmérsékletűnek, mint a nem öntözöttek. Jóllehet alacsonyabb hőmérséklet mellett a párolgás általi hűtés kevésbé intenzív. A mérési eredmények azt mutatták, hogy a magasabb hőmérsékletű (10 °C körüli átlaghőmérsékletű) éjszakai órákban végzett öntözés is számottevően akár 2,0–2,5 °C-kal csökkenti állományi tér, rugyek és virágok hőmérsékletét (**2. ábra**).

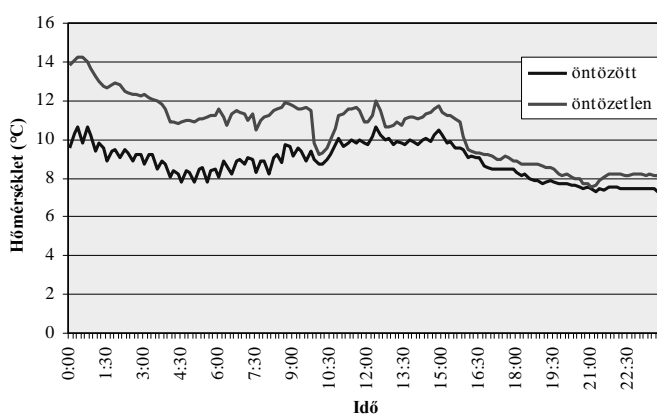
A legnagyobb hőmérséklet-csökkentő hatást azokon a napokon értük el, ahol napi maximum hőmérséklet elérte, illetve meghaladta a 20 °C-ot. Ezeken a napokon a hűtőöntözéssel a virágrügyek hőmérsékletét 7–8 °C-kal csökkentettük. Amennyiben a nap folyamán leállítottuk a hűtőöntözést 2 óra elteltével a hűtőhatás megszűnt. Ezért igen fontos a megfelelő gyakorisággal végzett öntözés, mert ritka vízkijuttatás esetén a várt hőmérséklet-csökkentő hatás elmaradhat.

Magasabb hőmérsékletű napokon, amikor a maximum hőmérsékletek elérik a 20 °C-ot, intenzív besugárzásnál a hűtőhatás igen gyorsan jelentkezik. Az öntözést követően, fél óra alatt, 5 °C-kal csökkenthető a lombkorona hőmérséklete (**3. ábra**). A folyamatos 20 percenkénti víz kijuttatás segítségével az éjszakai órákban is tartható a 3–4 °C-kal alacsonyabb hőmérséklet az

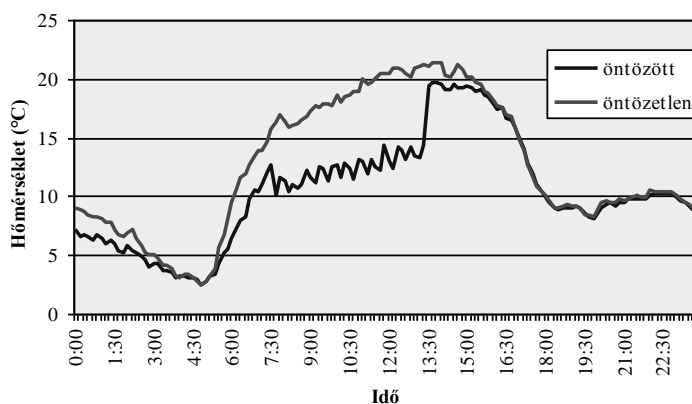
öntözött kultúrák esetében (4. ábra). Az öntözés általi hőmérsékletingadozás azonban kisebb az éjszakai órákban.



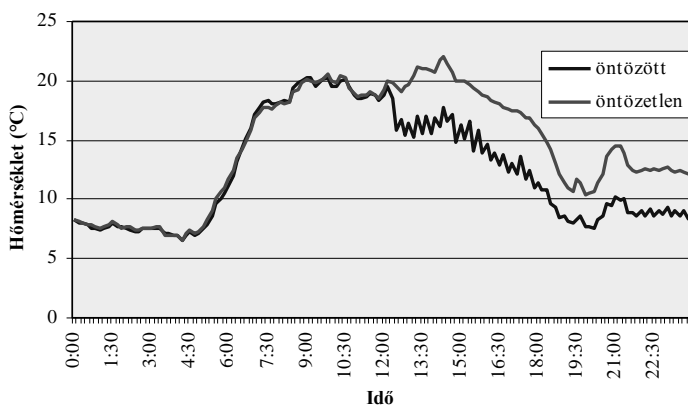
1. ábra Az öntözött és öntözetlen szilvaállományok átlagos napi hőmérsékletének alakulása Pallagon 2010. március 15. – április 15. között



2. ábra A magasabb hőmérsékletű éjszakai órákban végzett öntözés hatása szilvaállományok átlagos napi hőmérsékletének alakulására Pallagon 2010. március 15. – április 15. között

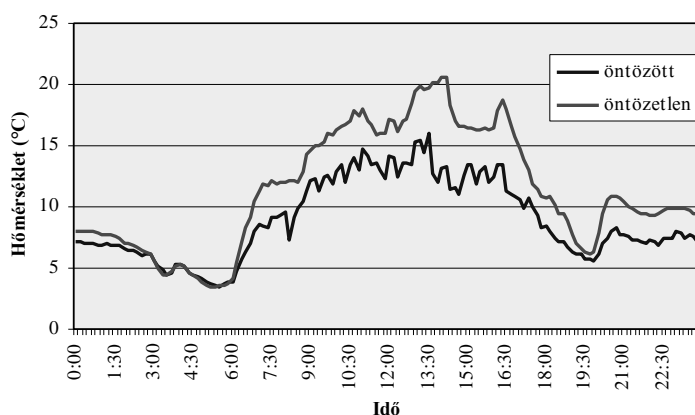


3. ábra Legalább 20 °C-ot elérő maximum hőmérsékletű napokon végzett öntözés hatása szilvaállományok átlagos napi hőmérsékletének alakulására Pallagon 2010. március 15. – április 15. között



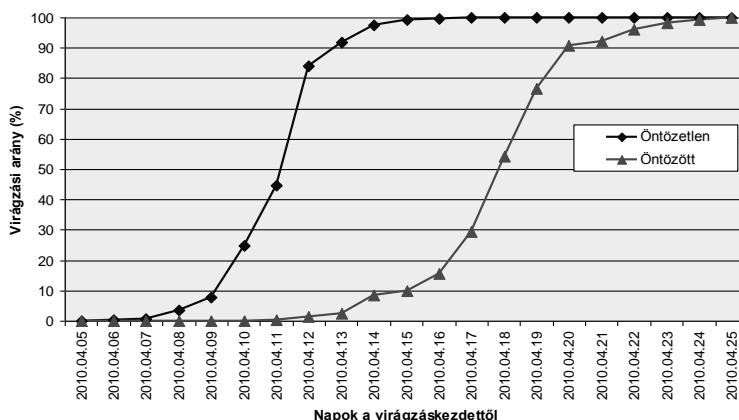
4. ábra A nappali órákban végzett öntözés gyakoriságának hatása szilvaállományok átlagos napi hőmérsékletének alakulására Pallagon 2010. március 15. – április 15. között

Az öntözés hatása nemcsak a hőmérséklet-csökkenésében jelentkezik, hanem a hőingás mérséklésében is. Azokon a napokon, amikor felhőzet, illetve borultság miatt visszaesett a hőmérséklet az öntözött állományoknál ez kevésbé volt érzékelhető (**5. ábra**). Az öntözött állományok esetében magasabb hőmérsékletű napokon az intenzív felmelegedés és gyors lehűlés egyaránt mérsékelhető, így a hőstressz kialakulása, napégés kockázat egyaránt mérsékelhető.



5. ábra A nappali órákban végzett öntözés hőingást mérséklő hatása szilvaállományok átlagos napi hőmérsékletének alakulására Pallagon 2010. március 15. – április 15. között

Három öntözött és három öntöztelen fa esetében vizsgáltuk a hűtőöntözés virágzáskésleltető hatását. Fánként 100-100 virágot számoltunk le és naponta feljegyeztük a virágzási arányok százalékos alakulását. Az eredmények azt mutatták, hogy az öntöztelen szilvafák esetén a virágzás április 5-6-án kezdődött, míg az öntözött állományok esetében 7-8 nappal később. Jól látható a **6. ábrán**, hogy a virágzás dinamikáját jellemző szigmoid görbe meredeksége öntözés hatására sokkal lassabb, kevésbé intenzív felfutás követ, mint az öntöztelen fák esetében. A virágzás kezdettől az 50%-os virágzási arány bekövetkezése az öntözött állományban 8 nap, míg öntöztelen állományoknál csupán 5 nap. Ez az elhúzódó virágzási ütem végig jellemző marad az öntözött állomány esetében. A teljes virágzás öntöztelen körülmények között április 15-én befejeződött, míg az öntözött állományban csak április 25-én. A virágzás időtartama két nappal hosszabbodott meg öntözés hatására.



6. ábra A virágzásdinamika alakulása öntözött és öntözetlen szilvaállományban Pallagon, 2010. április 5.– április 25. között

Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat az OM-00042/2008, OM-00270/2008, OM-00265/2008 számú pályázat támogatásával végeztük.

Irodalom

- Gergely I. 1980: Öntözés. In: Pethő F. (szerk.): Alma. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p. 419–438.
- Lakatos L., Szabó T., Racskó J., Soltész M., Szabó Z., Nagy J., Nyéki J. 2006: Effects of weather characteristics on blooming dates in an apple gene bank plantation between 1984 and 2001. *International Journal of Horticultural Science*, 12(2): 37–44.
- Lakatos, L., Szabó, T., Soltész, M., Sun, Z., Wang, Y., Szabó, Z., Nyéki, J. 2008: Időjárási változók hatása a meggy virágzástartamának alakulására. „Klíma-21” Füzetek, 53: 60–67.
- Lakatos, L., Szabó, T., Szabó, Z., Soltész, M., Nyéki, J. 2009: Relation of sour cherry blooming dynamics and meteorological variables. *International Journal of Horticultural Science* 2009, 15(4): 17–23.
- Nyéki J. 1980: Gyümölcsfajták virágzásbiológiája és termékenyülése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 334. p.
- Nyéki J. 1989: Csonthéjas gyümölcsűek virágzása és termékenyülése. MTA, Budapest. Doktori értekezés (kézirat). 288+110 p.
- Nyéki J. 1990: A gyümölcstermő növények virágzása, megporzása és termékenyülése. In: Gyuró F. (szerk.): Gyümölcsstermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 61–90.
- Nyéki J. 2002: Gyümölcstermő növények virágzása és termékenyülése, ültetvények fajtatársítása. Egyetemi jegyzet. Debrecen. 68 p.
- Snyder, R. L., De Melo-Abreu, J. P., Matulich, S. 2005: Frost Protection: Fundamentals, Practice and Economics. Vol. II. United Nations, Food and Agriculture Organization, Rome. 64 p.

Abstract

POSSIBILITIES TO MODIFY THE MICRO-CLIMATE OF FRUIT PLANTATIONS

LÁSZLÓ LAKATOS¹, JÓZSEF NYÉKI², ZOLTÁN SZABÓ², MIKLÓS SOLTÉSZ² and EMESE VERES²

¹University of Debrecen, Centre for Agricultural Sciences and Engineering

²University of Debrecen, Institute for Research and Development

H-4032 Debrecen, Böszörményi út 138., Hungary, e-mail: lakatos@agr.undieb.hu

web: <http://www.kfi-kutatas.hu>

The objective of our research was to explore the effect of cooling spray on the microclimate of fruit plantations around the beginning of blooming period. The results prove amply that the water mass ejected by micro-sprinklers affected decisively the temperature of tree canopies. At warm weather (about 20°C), the temperature of the stand dropped by 5–7 °C. At lower relative air-humidity, the effect was more accentuated. A frequent application (each 20 minutes) kept the relative low temperature of trees and buds effectively. As a result, the start of blooming was delayed for about 10 days. The subsequent dynamics of blooming process did not change along the logistic function when compared the sprayed and the check trees. The irrigated variant displayed a steeper blooming process, in spite of the similar temperatures during the blooming period of the irrigated and the check treatment. Proofs are presented that the cooling spray was effective in delaying the blooming process under the climatic conditions of Hungary as a suitable tool to avoid frost damages and to increase yield security. The costs and water supply are to be calculated and further refined in our current project.

ZSENICEMEGGY-LEVÉLTETŰ (*RHOPALOSIPHUM PADI*L.) KOLONIZÁCIÓJA ÉS KUKORICA KÜLÖNBÖZŐ SZERVEINEK CIKLIKUS HIDROXÁMSAV-TARTALMA KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉS

MAKLEIT PÉTER

Debreceni Egyetem, Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Növénytudományi Intézet,
Növényteni és Növényélettani csoport
4032 Debrecen, Böszörményi út 138., e-mail: pmakleit@agr.unideb.hu

Összefoglalás

A kukorica (*Zea mays* L.) jelentős kártevője a zselnicemeggy-levéltetű (*Rhopalosiphum padi* L.). A növény által termelt ciklikus hidroxámsavak a levéltetvek elleni természetes védekezésben vesznek részt: repellens, szaporodást gátló és mortalitást fokozó hatásuk van. Szántóföldi körülmények között nevelt két kukoricafajtánál a levéltetvek kolonizációja sajátos mintázatot mutatott: a növények felső és középső régióján telepedtek meg, preferálva a levélhüvelyt és a levél alapi részét, a címet, valamint a fiatal csövek csúcsi régióját. A vizsgálat célja az volt, hogy megállapítsam a ciklikus hidroxámsavak összmenyisége a különböző szervek eltérő részeiben, mennyiben van összhangban a levéltetvek elhelyezkedésével. A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a levelekben a ciklikus hidroxámsavak mennyisége a levélhüvely, levéllemez alapi része, levéllemez középső része, levélcsúcs irányában növekszik. A hidroxamátartalom a fiatal levelekben a legmagasabb. A csövekben is a csúcs irányába növekszik, bár az inkább a levélhüvely ciklikus hidroxámsav-tartalmához hasonló. A címer ciklikus hidroxámsav-tartalma a vizsgált szervek között közepesnek mondható. A levéltetvek leveleken tapasztalt elhelyezkedésének oka lehet a levélalapokban és a levélhüvelyben mérhető alacsonyabb, valamint a levélcsúcsokban mért magasabb hidroxamát koncentráció, felső és középső régiókon történő elhelyezkedésük valószínűleg azok könnyebb megközelíthetőségével magyarázható. A csöveken megfigyelt kolonizáció valószínű oka, hogy a bibék által kiválasztott cukros váladék a levéltetvek számára is vonzó táplálék. A címer preferálása elhelyezkedésével magyarázható, valamint elképzelhető, hogy a bibékhez hasonlóan könnyebben hozzáférhető táplálékot biztosít e károsítóknak.

Kulcsszavak: biotikus stressz, kukorica, stresszmetabolit

Bevezetés

A ciklikus hidroxámsavak a fűféle növények másodlagos anyagcseretermékei (Cambier et al., 1999). Sokrétű biológiai funkciók közül igen fontos, hogy szerepet játszanak különböző kórokozók és kártevők elleni rezisztenciában (Niemeyer, 1988). A kukorica (*Zea mays* L.) jelentős kártevője más levéltetű-fajok mellett a zselnicemeggy-levéltetű (*Rhopalosiphum padi* L.). A növény által termelt ciklikus hidroxámsavak a levéltetvek elleni természetes védekezésben vesznek részt: repellens, szaporodást gátló és mortalitást fokozó hatásuk van. A levéltetűfertőzés mértéke a nagyobb hidroxamátartalmú kukoricafajtáknál kisebb (Long et al., 1977; Beck et al., 1983; Zuniga et al., 1983). A ciklikus hidroxámsavak hatékony koncentrációja abba a tartományba esnek, amely a levélben is megtalálhatóak (Corcuera et al., 1985).

Szántóföldi körülmények között nevelt két kukoricafajtánál a levéltetvek kolonizációja sajátos mintázatot mutatott: a növények felső és középső régióján telepedtek meg, preferálva a levélhüvelyt és a levél alapi részét, a címet, valamint a fiatal csövek csúcsi régióját. A vizsgálat célja az volt, hogy megállapítsam azt, hogy a ciklikus hidroxámsavak összmenyisége a különböző szervek eltérő részeiben összhangban van-e a levéltetvek elhelyezkedésével. Feltételezés szerint a

levéltetvek az alacsonyabb hidroxamát-tartalmú növényi részeket károsítják. Ciklikus hidroxámsav = cHx.

Anyag és módszer

Az alkalmazott kísérleti fajták a következők voltak: Saaten Union Zamora és DASi. A növények nevelése szántóföldi körülmények között, a Növényvédelmi Kutató Intézet kísérleti telepén történt. A vetési idő 2009. május 28., a mintavétel ideje pedig 2009. augusztus 7. volt. A mintavétel időpontjában a növények a kelés időpontjának függvényében kb. 70 naposak voltak, fenológiai fázisukat tekintve a virágzás elején jártak. Hibridenként 2-2 növény hajtása került megvételre, a növényeket 3 régióra osztva. A régiók a következők voltak: az alsó szint, a középső szint, mely a fiatal csövet is tartalmazta és a felső szint a címerrel. A növényi mintákat régióként elkülönítve legalább egy hétig -77°C -on tároltam a hidroxamát meghatározás időpontjáig.

A lefagyasztott mintákban 30 perc kiolvadási idő után kezdtem meg a hidroxamátok meghatározását. Ez idő alatt a glükozidázok lebontják a hidroxámsav-glükozidokat, az aglükonok felszabadulnak. A mintákban az aglükonok összes mennyiségét határoztam meg. A 30 percig szobahőmérsékleten tárolt minták 0,2 g-jához 1,9 ml 96%-os etanol; 0,1 nHCl = 1:1 arányú keverékét adtam, majd ebben homogenizáltam. A savas közeg megóvja az aglükonokat a bomlástól. Nem következik be a hangyasav kihasadása, az aglükonok stabilak maradnak. A homogenizált mintát 5000/perc fordulaton centrifugáltam 5 percig. A felülúszóhoz 0,1 ml 0,1 nFeCl₃-oldatot adtam. A ferri-ionokkal az aglükonok stabil, kék színű komplexeket képeznek. A komplexképzési idő kb. 3 perc. A komplexképzési idő lejártá után a komplex abszorbiációját spektrofotométerrel mértem 570 nm hullámhosszon. Az abszorbancia értékekből számoltam a hidroxámsav-tartalmat. A számolás alapját az a standardgörbe szolgáltatta, melyet ismert hidroxamát-koncentrációjú oldatok abszorbiációjának méréséből szerkesztettem. A hidroxamátok meghatározása Long et al. (1974) eljárásán alapul.

A statisztikai elemzést az SPSS program 13.0 verziójával végeztem. Az adatok grafikus megjelenítése és a leíró statisztika elvégzése mellett vizsgáltam a mintacsoportok varianciájának homogenitását, s az eredmények függvényében az adatokat az egytényezős varianciaanalízissel, t-próbával, vagy a nem parametrikus Mann-Whitney teszttel hasonlítottam össze. A kimutatott különbségek $P=5\%$ -os szinten szignifikánsak.

Mindhárom régióban külön mintáztam a levélhüvelyt, a levéllemez alapi részét, a levéllemez közepét és a levélcsúcsot. Ezen kívül a középső régióban a cső csúcsi, középső és alapi részéből is vettem mintát. A felső régióban a címet egy mintaként kezeltem. A mintaszám mintavételi helyenként 14–39 db között változott, az összes mintaszám megközelítette az 1000 db-ot.

Eredmények

A vizsgálatokból az alábbi főbb következtetéseket lehet levonni:

A levelekben, mindhárom régióban a cHx-ak mennyisége általában a levélhüvely → levéllemez alapi része → levéllemez középső része → levélcsúcs irányában növekszik.

A levelek cHx-tartalma a fiatal levelekben a legmagasabb, az alsó régió → középső régió → felső régió sorrendben növekvő.

A csövekben, hasonlóan a levelekhez a csúcs irányába növekszik a cHx-tartalom, bár a cső csúcsának hidroxamát-tartalma nem éri el a levélcsúcsokét.

A címer cHx-tartalma a vizsgált szervek között közepesnek mondható. Nem éri el a levélcsúcs mennyiségét. A levéllemez középső, illetve alsó régióinak megfelelő mennyiségű hidroxamátot tartalmaz.

A megfelelő szintek azonos szervrészeit összehasonlítva általában a Zamora fajta cHx-tartalma volt magasabb.

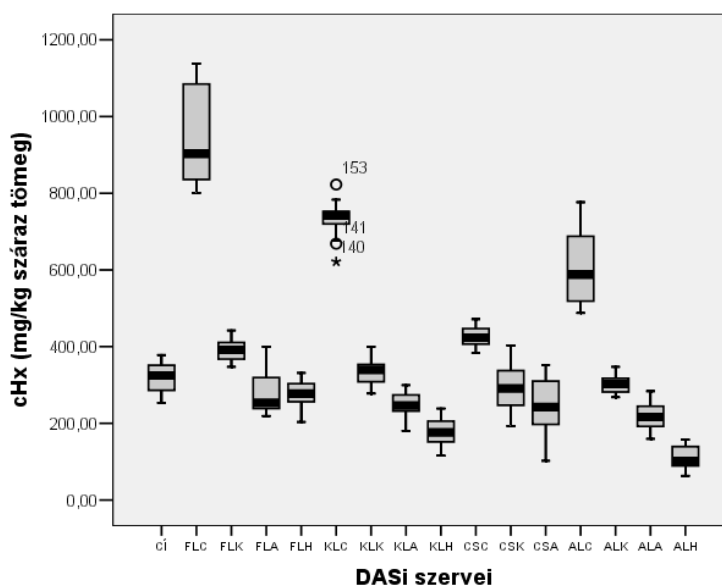
Részletes eredmények

A DASi fajta hidroxamáttartalmát (mg/kg száraz tömeg) az **1. táblázat** tartalmazza.

Szerv/cHx-tartalom	mg/kg száraz tömeg
címer	318,81
felső szint levél csúcs	947,69
felső szint levél közép	389,74
felső szint levéllemez alapi rész	276,97
felső szint levélalap (hüvely)	273,12
középső szint levélsúcs	731,61
középső szint levélközép	337,93
középső szint levéllemez alapi rész	245,80
középső szint levélhüvely	178,22
cső csúcs	426,20
cső közép	294,28
cső alap	247,14
alsó szint levélsúcs	605,55
alsó szint levélközép	301,63
alsó szint levéllemez alapi rész	218,90
alsó szint levélhüvely	108,22

1. táblázat A DASi fajta hidroxamáttartalma

Table 1. Cyclic hydroxamic acid content of various organs of variety DASi



1. ábra: A DASi fajta különböző szerveinek ciklikushidroxámsav-tartalma (mg/kg száraz tömeg)

Figure 1: Cyclic hydroxamic acid content of various organs of the variety DASi (mg/kg dry weight)

Jelmagyarázat: CÍ: címer, FLC: felső szint levél csúcs, FLK: felső szint levél közép, FLA: felső szint levéllemez alapi rész, FLH: felső szint levélalap, KLC: középső szint levélsúcs, KLK: középső szint levélközép, KLA: középső szint levéllemez alapi rész, KLH: középső szint levélhüvely, CSC: cső csúcs, CSK: cső közép, CSA: cső alap, ALC: alsó szint levélsúcs, ALK: alsó szint levélközép, ALA: alsó szint levéllemez alapi rész, ALH: alsó szint levélhüvely

A DASi fajta szerveinek cHx-tartalmát vizsgálva megállapítható:

A levelekben mindhárom régióban a levélcsőctől a levélalap irányába csökken a hidroxamátok mennyisége. A különböző szintek azonos levélrészeit összehasonlítva minden levélrészben a felső szint → középső szint → alsó szint irányában csökken a hidroxamátok mennyisége.

A csőben a csüctől az alap felé csökken a cHx-tartalom. A cső középső és alapi részében a hidroxamátok mennyisége statisztikailag azonos. A csőben mért értékeket a középső levélszinttel összehasonlítva megállapítható, hogy a cső alapi és középső része statisztikailag azonos mennyiségű hidroxamátot tartalmaz a középső szint levélalapjával, a cső csúcsa viszont magasabb hidroxamátkoncentrációval rendelkezik, mint a középső szint levélközép.

A címer hidroxamáttartalma leginkább a különböző levélszintek levélközépi régióival mutat hasonlóságot. A cső csúcsa magasabb hidroxamátkoncentrációval rendelkezik, mint a címer.

A Zamora fajta hidroxamáttartalmát (mg/kg száraz tömeg) a **2. táblázat** tartalmazza.

A Zamora fajta szerveinek cHx-tartalmát vizsgálva megállapítható:

A levelekben mindhárom régióban a levélcsőctől a levélalap irányába csökken a hidroxamátok mennyisége. Az egyes levélemeletek azonos levélrészeit összehasonlítva a hidroxamátok mennyisége a felső szint → középső szint → alsó szint irányában csökken.

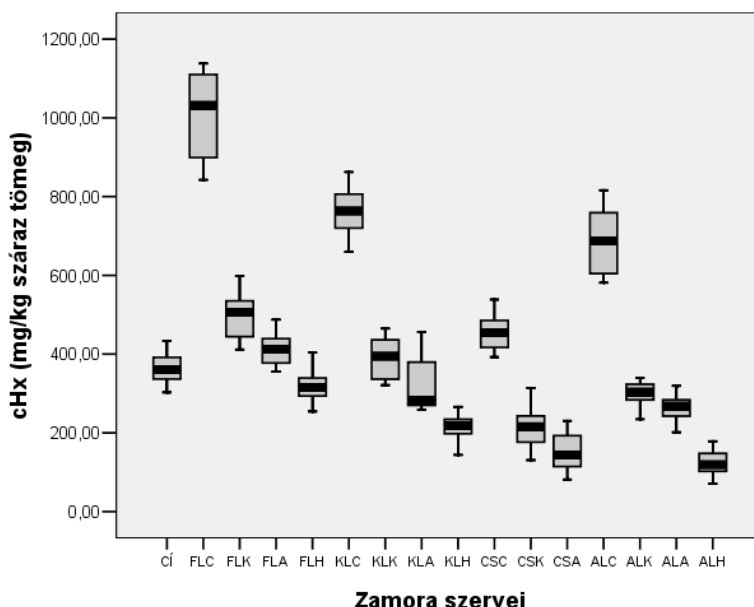
A csőben a csüctől az alap felé csökken a cHx-tartalom. A csőben mért értékeket a középső régió levélrészeiben mért értékekkel összehasonlítva megállapítható, hogy a cső csúcsa a levélközéphez hasonló mennyiséget tartalmaz, míg a cső középső és alapi része a levélhüvelyhez hasonló mennyiséggel rendelkezik.

A címer hidroxamáttartalma magasabb, mint a levélhüvelyekben mért értékek, a csőcsúcs viszont több hidroxamátot tartalmaz, mint a címer.

Szerv/cHx-tartalom	mg/kg száraz tömeg
címer	363,13
felső szint levél csúcs	998,95
felső szint levél közép	492,89
felső szint levéllemez alapi rész	410,94
felső szint levélalap (hüvely)	318,12
középső szint levélcsúcs	760,31
középső szint levélközép	388,47
középső szint levéllemez alapi rész	322,24
középső szint levélhüvely	213,22
cső csúcs	453,96
cső közép	214,05
cső alap	149,65
alsó szint levélcsúcs	685,32
alsó szint levélközép	271,22
alsó szint levéllemez alapi rész	261,88
alsó szint levélhüvely	124,38

2. táblázat A Zamora fajta hidroxamáttartalma

Table 2. Cyclic hydroxamic acid content of various organs of variety Zamora



2. ábra A Zamora fajta különböző szerveinek ciklikushidroxiámát-tartalma (mg/kg száraz tömeg)
Figure 2 Cyclic hydroxamic acid content of various organs of the variety Zamora (mg/kg dry weight)

Jelmagyarázat: CÍ: címer, FLC: felső szint levél csúcs, FLK: felső szint levél közép, FLA: felső szint levéllemez alapi rész, FLH: felső szint levélalap, KLC: középső szint levélcsúcs, KLK: középső szint levélközép, KLA: középső szint levéllemez alapi rész, KLH: középső szint levélhüvely, CSC: cső csúcs, CSK: cső közép, CSA: cső alap, ALC: alsó szint levélcsúcs, ALK: alsó szint levélközép, ALA: alsó szint levéllemez alapi rész, ALH: alsó szint levélhüvely

A két fajta összehasonlítása a vizsgált növényi részek tekintetében:

A vizsgált növényi részek cHx-tartalma általában a Zamora fajtában mutatkozott nagyobbak. Egyes növényi részekben a két fajta között nem volt különbség. Gyakorlatilag azonos volt a két fajta hidroxamát-tartalma a felső és a középső régió levélcsúcsaiban, valamint az alsó szint levélközépi régiójában. A cső alapi és középső részén a DASi fajta cHx-tartalma magasabb volt.

Megvitatás

Figyelembe véve a levéltetvek növényeken tapasztalt elhelyezkedését nem állítható, hogy minden esetben a cHx-ak eloszlása és mennyisége határozza meg azt. A leveleken tapasztalt elhelyezkedésük oka lehet a levélalapokban és a levélhüvelyben mérhető alacsonyabb, valamint a levélcsúcsokban mért magasabb cHx-koncentráció, figyelembe véve a hidroxamátok levéltetveket elriasztó, táplálkozási kedvüket csökkentő hatását. A levéltetvek felső és középső régiókon történő elhelyezkedése valószínűleg azok könnyebb megközelíthetőségével magyarázható.

A csövek csúcsi részében, ahol a levéltetvek előszeretettel tartózkodnak, a hidroxamát-koncentráció magasabb, mint a címerben és a levélhüvelyben, a levéllemez alapjában, sőt a felső szint kivételével a levélközép hidroxamát-tartalmánál is nagyobb. Valószínű, hogy a bibék által kiválasztott cukros váladék, mely a pollen csírázását és tapadását segíti elő a levéltetvek számára is vonzó táplálék.

A címer preferálása elhelyezkedésével és alacsony hidroxamát-tartalmával magyarázható, valamint elképzelhető, hogy a bibékhez hasonlóan könnyebben hozzáférhető táplálékot biztosít e károsítóknak.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Mag Zrt. által támogatott Bio-058/2003. számú pályázat részeként valósult meg. A kutatáshoz szükséges vetőmagot a KvVM biztosította. Köszönetemet fejezem ki Dr. Fónagy Adriennek, az MTA Növényvédelmi Kutatóintézete tudományos tanácsadójának a növényi minták biztosításáért.

Irodalom

- Beck, D. L., Dunn, G. M., Routley, D. G., Bowman, J. S. 1983: Biochemical basis of resistance in corn to the corn leaf aphid. *Crop Science*, 23: 995–998.
- Cambier, V., Hance, T., De Hoffmann, E. 1999: Variation of DIMBOA and related compounds content in relation to the age and plant organ in maize. *Phytochemistry*, 53: 223–229.
- Corcuera, L. J., Queirolo, C. B., Argandona, V. H. 1985: Effects of 2- β -D-glucosyl-4-hydroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazin-3-one on *Schizaphis graminum* (Rondani) (Insecta, Aphididae) feeding on artificial diets. *Experientia*, 41: 514–516.
- Long, B. J., Dunn, G. M., Routeley, D. G. 1974: Rapid procedure for estimating cyclic hydroxamate (DIMBOA) concentration in maize. *Crop Science*, 14: 601–603.
- Long, B. J., Dunn, G. M., Owmann, J. J., Routley, D. G. 1977: Relationship of hydroxamic acid content in corn and resistance to the corn leaf aphid. *Crop Science*, 17: 55–59.
- Niemeyer, H. M. 1988: Hydroxamic acids (4-hydroxy-1,4-benzoxazin-3-ones), defence chemicals in Gramineae. *Phytochemistry*, 27: 3349–3358.
- Zuniga, G. E., Argandona, V. H., Niemeyer, H. M., Corcuera, L. J. 1983: Hydroxamic acid content in wild and cultivated Gramineae. *Phytochemistry*, 22: 2665–2668.

Abstract

CONNECTION BETWEEN BIRD CHERRY OAT APHID (*RHOPALOSIPHUM PADI* L.) COLONIZATION AND CYCLIC HYDROXAMIC ACID-CONTENT OF VARIOUS MAIZE ORGANS

PÉTER MAKLEIT

University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Sciences, Institute of Plant Sciences,
Department of Agricultural Botany and Crop Physiology
H-4032 Debrecen, Böszörményi út 138, Hungary, e-mail: pmakleit@agr.unideb.hu

Bird cherry oat aphid (*Rhopalosiphum padi* L.) is an important pest of maize (*Zea mays* L.). Cyclic hydroxamic acids, produced by the plants take part in the natural plant defence system: these chemicals reduce the reproduction, increase the mortality of aphids and have a repellent effect. In case of maize plants, cultivated under field conditions, the colonization of aphids showed a special pattern: aphids were found on the upper and middle region of the plants, especially on the basal part of the lamina, on the leaf sheath, on the tassel and on the tip of the ears. The goal of examinations was to answer the question, whether there is a connection between the total cyclic hydroxamic acid content of various organs and their different parts, and the colonization pattern of aphids, or not. Results showed, that the amount of cyclic hydroxamic acids in leaves is the lowest in the leaf sheath and the highest in the leaf tip, so the amount of these chemicals rise from the base to the tip direction. The youngest leaves contain the highest amount of hydroxamates. In case of the ears the hydroxamate content also rises from the base to the tip. The tassel contains medium amount of cyclic hydroxamic acids as compared with other organs. Concentration gradient of hydroxamates in leaves may be the reason of the colonization pattern of aphids. The reason of localization of aphids on

the upper and middle region may be the easier accessibility of these parts. The possible reason of colonization on ear tips is that the stigmas excrete sugar reach exudates, which is an appropriate food for the aphids. The reason of the tassel preference can be its easier accessibility and the same reason as in case of the ears: the tassel may give an appropriate and attractive food for these pests.

AZ ENERGIANÁD (*MISCANTHUS SP.*) ENERGETIKAI HASZNOSÍTÁSA

MAROSVÖLGYI BÉLA

Nyugat-magyarországi Egyetem KKK.

9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky út 4., e-mail: marosvolgyi@asys.hu

Összefoglalás

A *Miscanthus sinensis* és a *Miscanthus giganteus* növények gyors növekedésükkel, nagy energiahozamukkal felkeltették az energianövények nemesítőinek és hasznosítóinak érdeklődését. Emiatt a nemesítők számos fajtát hoztak létre Európában. A fajták legfontosabb jellemzője azonban az, hogy optimális hozamot csak egy-egy meghatározott klíma-környezetben produkálnak, szárazabb vagy melegebb területekre történő telepítéskor új fajtaváltozat szelektálásos nemesítésére van szükség. Ez történt Magyarországon is, és ma már a korábbi *Miscanthus sinensis* „Tatai” fajta mellett a *Miscanthus sinensis* „Harkai”, *Miscanthus sinensis* „Kópházi” és a *Miscanthus giganteus* „Halmaji” fajtaváltozatok állnak rendelkezésre. Ezt a nagy hozamú, betakarításkor 20–30 t_{atro}/ha biomasszát adó, hosszan évelő (15–25 év) növényt energianövénynek szánják, bár a felhasználásának számos egyéb módja (cellulóz-, nádszövet-, alkohol-, építőelem előállítás) is lehetséges. A kutatások első szakaszában a növény biomasszáját, mint energiahordozót vizsgáltuk, és jutottunk kedvező eredményekhez. Fűtőértéke jó (betakarításkori víztartalom mellett 14,5–16,0 GJ/t, száraz állapotban 18,0–18,5 GJ/t). Hamutartalma kicsi (1,4–2,7 %), a károsanyagokból (Cl: 0,9–1,0 %, S: 0,8–0,9 %) az egyéb lágy szárú növényekhez viszonyítva keveset tartalmaz. Jól ég, termikus és fermentációs folyamatokban intenzíven gázosodik. A hagyományos, apríték formájában kazánokban történő elégetése mellett jól felhasználható energetikai tömörítvényként (brikett, pellet) is. Az ilyen termékek elégetésekor a füstgázminőség hasonló a fatüzeléskor jellemzőre. Az erőművek számára legmegfelelőbb a növényből előállított nagybála. A növény üzemi hasznosítása Magyarországon is megkezdődött, és jelentős területen (kb. 450 ha) folynak a természetesi üzemi próbák, valamint a termikus- és a biológiai átalakítással kapcsolatos energetikai kísérletek.

Kulcsszavak: *Miscanthus*, biomassza, energianövény, energianád, ökoenergetika, pellet, brikett, biomassza-tüzelés.

Bevezetés

Az energianád (*Miscanthus*) évelő, rizómával (gyöktörzzsel) rendelkező, a pázsit-fűfélék (*Poaceae*) családjába tartozó, C4-es fotoszintézist folytató haszonnövény. Egyenes, nádszerű hajtásai vékonyak, nem elágazóak, átmérőjük 10–13 mm. Lényeges eltérés a vízi nádtól, hogy a szár nem üreges, hasonlóan a kukoricaszárhoz, belet tartalmaz. Gyökérzete rendkívül elágazó, hatékony raktározó rendszert képez. A nagy és részben mélyre nyúló gyökérzet nem csupán a növény tápanyagellátása szempontjából fontos, hanem jelentős szerepe lehet az ültetvény talajszerkezetének és talajminőség javításának szempontjából is. Az Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézetnél bejegyzés alatt lévő *Miscanthus sinensis* „Harkai”, a *Miscanthus sinensis* „Kópházi” és a *Miscanthus giganteus* „Halmaji” hazai nemesítés eredményei, melyek fagyűrőek, vízigényük sok európai fajtához viszonyítva kicsi.

Anyag és módszer

A vizsgálatok a saját szaporítású növényekkel folytak, figyelembe véve a legfontosabb ültetvénylétesítési és ültetvényüzemeltetési szempontokat:

Környezeti feltételek. A növekedési időszakban a hőmérséklet nagymértékben befolyásolja a növény növekedésének mértékét, azaz terméshozamát. A meleg klímát szereti, de fajtaváltozatai kedvező hozamokkal termeszthetők Európa nagy részén. Termeszthetőségének hőmérsékleti tartománya igen tág, a kukoricáéhoz hasonló. Évi 650 mm körüli csapadékre van szükség a hektáronkénti 20–25 t szárazanyag-hozam eléréséhez.

Talajigény. A növény szinte minden művelhető talajtípuson termeszthető. A humuszos homok és az agyagos homok a kedvelt talajtípusa. Termesztési igényei a kukorica igényeivel megegyezők, de a közeli talajvíz hatását jobban értékesítik. Nagyobb hozamigény esetén természetesen célszerű a talajok tápanyag-utánpótlásáról (N), és öntözésről (pl. tisztított szennyvízzel) gondoskodni.

Szaporítás. Az energianád magvakat nem terem, ezért szaporítása csak vegetatív úton történhet. Ez lehet töosztás – ami viszonylag lassú folyamat – vagy mikroszaporítás. A hazai termesztők a mikroszaporítást részesítik előnyben, mivel így állítható elő a legnagyobb számú növény a legrövidebb idő alatt, és így biztosítható a fajtaazonosság is.

Szaporítás rizómadarabok osztásával. Az eljárás előnye az egyszerűsége. Az ültetéshez szükséges rizómadarabokat a kiemelt tövekről szedik, majd válogatást követően az ültetőbarázdába helyezik. A rizómadarabok helyben hajtanak, de az első évben az állomány nagyon elegyetlen. Lehetőség van a rizómadarabokból palánták előállítására is. Az ilyen palánták méret szerinti osztályozására van szükség. Egy év utóneveléssel a gyengébb palánták is kiültethetővé válnak.

Szaporítás szövettenyésztéssel (mikroszaporítás). A módszer a zöld növényből megfelelően kiválasztott szövetek osztásával, táptalajon történő gyökereztetéssel és a kimosott kis növények burkolt gyökerű palántává nevelésével folyik (1. ábra). A megoldás igen nagy előnye az, hogy a kis növények egész évben és tetszés szerinti számmal állíthatók elő, és ugyanez történhet a palánták előállítása közben is. Ez lehetővé teszi igen jelentős szaporítóanyag-mennyiség létrehozását (azaz a nagyüzemi telepítést), és a telepítési idő széthúzását a nyári időszakra is. Jelenleg egy mikroszaporító laboratórium foglalkozik a témával, az utóneveléssel pedig a tatai PARKÉPÍTŐ Zrt.



1. ábra Palánták előállítása a mikroszaporított növénykékből (Fotó: Marosvölgyi)

Telepítés. A fiatal növények ültetéséhez a környezeti feltétel akkor optimális, amikor az ültetési mélységben (3–6 cm) a talaj hőmérséklete 10 °C, vagy ennél magasabb. Ez a késő áprilisi vagy kora májusi időpontnak felel meg. További fontos tényező, hogy legyen elegendő talajnedvesség, és az, a fiatal növényeket fagyhatás érje. Az ültetés történhet hagyományos zöldségpalántázó gépekkel, vagy kézi úton. Az optimális tőtávolság 0,7–1,0 m, a sorok közötti távolság pedig 0,8–1,0 m.

Eredmények

A kísérleteket a teljes termesztési-hasznosítási folyamatra végeztük. Ezen belül kidolgozásra került a vegetatív szaporítás-technológia (mikroszaporítással és speciális töosztással). Kerestük a megfelelő telepítéstechnológiát, és betakarítási kísérletek is folytak. A szaporítóanyag előállításához üzemi méretekben alkalmazható technológia került kidolgozásra. Ennek felhasználásával üvegházi hajtással lehet előállítani a burkoltgyökerű palántákat, melyeket május-augusztus időszakban lehet telepíteni.

Telepítéskor és a természet első évében a növény fejlődése szempontjából a gyomszabályozás szükséges. Ültetés előtt nagyon fontos a talaj teljes gyomtalanítása. A második évtől a közel 2–4 méter magasságot is elérő növény sűrű állománya, később a lehullott, nyers avart képező levélzete meggátolja a számottevő gyomosodást. A terméshozam növelésében a víz játssza a legnagyobb szerepet. A növekedési időszakban, a tapasztalatok szerint 600 mm körüli csapadék szükséges a hektáronkénti 20 t szárazanyag eléréséhez. A növény magassága a telepítés évének végére eléri a 2 métert, az utána következő években pedig a 3–4 méteres magasságot (**2. ábra**). Az első évi alacsonyabb növekedés oka az, hogy a növény nagy rizómát, illetve gyökérrendszert fejleszt.

A *Miscanthus* évelő növény, állományban 20–25 évig tartják fent energianövényként. A magasabb terméshozamok elérése és a talajegyensúly fenntartása érdekében viszont javasolt az éves tápanyag-visszapótlás (az első két évben). A javasolt dózisok mértéke: N: 50, K₂O: 45, P₂O₅: 21, S: 25, Mg: 13, Ca: 25 kg/ha. A későbbiekben elegendő a N talajba juttatása.

Az Európai kísérletek tapasztalatai szerint a terméshozam hektáronként 20–40 t_{atro} a művelés intenzitásától függően. A terméshozam maximális értékét az ültetvény, a telepítéstől számított második évtől kezdődően hozza. Az ültetvények élettartama várhatóan 20–25 év. Az energiaültetvényekben telepítendő növények steril hibridek, magjuk, pollenjük nincs.



2. ábra *Miscanthus* ültetvény növekedő állapotban, és a kifejlett növény-szártó részlet
(Fotók: Marosvölgyi)

Az energianád betakarítását februárban vagy márciusban végzik. Ez az az időszak, mikor a növény szárazanyag-tartalma a legmagasabb, meghaladja a 80%-ot, illetve a tápanyagok a növényből a rizómákba vándorolnak. A betakarítógépekkel szemben támasztott legfontosabb kritérium, hogy ne okozzanak túlzott talajtömörödést és ne károsítsák a rizómát. A betakarításnak három alapvetően eltérő technológiája ismert: a rendrevágás, a járvaszecskázás és a járvabálázás.

A járvaszecskázás a legegyszerűbb módszer. Felhasználható minden kukoricaszár betakarítására alkalmas mezőgazdasági adapter. Az állományt a legkedvezőbb időpontban (a szárok leszáradtak) vágják és aprítják, az aprítékot elszállító járműre juttatják, amely az aprítékot (szecskát) tárolótérre viszi. A tárolás apríték formájában történik. A megoldás egyetlen hátránya az, hogy a

viszonylag kis térfogati sűrűség (150 kg/m^3) csak speciális oldalmagasítók használata mellett lehet a szállítógép teherbírását kihasználni.

Elterjedt eljárásnak tekinthető a rendrevágás is. Ebben az esetben az ültetvényt főleg kora tavasszal vágják, száraz, napsütéses időszakban. A tavaszi napsütés és szél hatására jelentős mértékű száradás következhet be. Az így száradt anyagot rendfelszedővel kapcsolt bálázóval a helyszínen bálázzák. A bála lehet henger- vagy hasábbála.

A legújabb betakarítási technológiához új gépet fejlesztettek. A betakarító gépcsoport erőgépének frontrésze vágó-adaptert szerelnek. A levágott és durván darabolt anyagot bálázóba továbbítják, és ott hasábbálát állítanak elő (**3. ábra**). A megoldás előnye az, hogy talajjal nem érintkezik, tehát nem szennyeződik. Ez nagyon fontos előny a további hasznosítás (különösen a briketálás és a pellettálás esetében).

A levágott anyagból az erőgép hátuljához kapcsolt bálázóval hasábbálát állítanak elő. A bála rendkívül előnyös tulajdonságokkal rendelkezik a további logisztika (rakodás, tárolás, szállítás) szempontjából. A bálák a későbbiekben nagybála-tüzelőkben közvetlenül elégethetők, vagy a bálabontást követően anyaguk aprítható, briketálható, pellettálható.



3. ábra Energianád-betakarító gépcsoport (Werk-Foto)

Az energianádat korábban csak égetéssel, hőtermelésben hasznosították. Ma már több elterjedt, illetve számos fejlesztés alatt levő hasznosítási lehetőség ismert. A jelenleg ismert változatok a következők.

Hőtermelés égetéssel:

- aprítékként;
- tömörítvényként (bála, brikett, pellet).

Termikus bontással:

- szenítés;
- pirogáz előállítása;
- piroolaj előállítása.

Biotechnológiai eljárásokkal:

- erjesztési technológia (alkohol-gyártás);
- fermentációs eljárással (biogáz előállítása).

Hőtermelés: A *Miscanthus* anyaga erőművekben bálaként vagy aprítékként égethető. Az aprítéktüzelés mindenekelőtt a fluidágyas technológiában (önálló tüzelőanyagként, vagy együttégetésben) használható. A felhasználás szempontjából a hamuösszetétel a meghatározó. Fontossága azért nagy, mert a hamu K-, Na- és Si-tartalma alapvetően meghatározza a

hamulágyulást és olvadást. A *Miscanthus* növény a Marosvölgyi et al. vizsgálatai szerint kedvező tulajdonságokkal rendelkezik (**1. táblázat**).

Elemi összetétel

	C	H	S	N	O
Markushegyi szén	32	3	3,5	0,4	8,4
Fa	31	3,9	0,05	7,12	27
Energianád	41	5,8	0,1	0,5	39
Energiafű	45	4,3	0,15	0,45	37,6

Hamu

	SiO ₂	CaO	K ₂ O	Na ₂ O
Markushegyi szén	42,5	11,2	0,9	1,1
Fa	5,1	42,1	10,2	1,5
Energianád	70	3,7	5,3	0,3
Energiafű	61	5,1	13,4	6,5

1. táblázat Néhány szilárd tüzelőanyag elemi összetétele és legfontosabb hamualkotói

Az adatok alapján megállapítható, hogy az elterjedő biomasszák közül a legkedvezőbb tulajdonságokkal az energianád (*Miscanthus*) rendelkezik, tekintettel arra, hogy a hamu K₂O- és Na₂O-tartalma a legkisebb, és így a hamulágyulás viszonylag magas hőmérsékleten következik be.

Az energianád fűtőértéke is megfelelő (**2. táblázat**).

A minta eredete	Víztartalom W (%)	Energiatartalom H (J/kg)
<i>Miscanthus</i> tárolt	7,19	17890
<i>Miscanthus</i> tárolt	≈ 0,00	19155
<i>Miscanthus</i> kővében tárolt, 1 éves	15,00	16971
<i>Miscanthus</i> kővében tárolt, 1 éves	7,27	17919
<i>Miscanthus</i> kővében tárolt, 1 éves	≈ 0,00	18986

2. táblázat A *Miscanthus* anyagának energetikai jellemzői tárolás közben

20 tonna *Miscanthus* energiatartalma 12 tonna jó minőségű szénével, 8.000 liter olajával, vagy 8.900 m³ földgázával egyenértékű. Az energianád további tüzeléstechnikai előnye az is, hogy égés közben (és ez kedvező kémiai összetételének köszönhető) a fa égetéséhez hasonló (a lágyszárú energiahordozók között a legkedvezőbb) NO_x-emissiót teszi lehetővé.

Az energianád hőtermelést szolgáló felhasználásának fontos területe az energetikai tömörítvények előállítása. A „tömörítvények” közvetlen tüzelésre készülnek. Ezek a szilárd tüzelőanyagok alkalmasak kisebb és nagyobb kapacitású tüzelőberendezések üzemeltetésére is. A tömörítvények elégethetők kisebb családi házak kazánjaiban, „közösségi hőtermelőekben”, intézményi ellátást biztosító hő- és villamos energia előállító rendszerekben, regionális és nemzeti energiaellátó erőművekben.

A növény anyagának kiselhasználói felhasználási lehetőségei

A kísérleteket először nagytüzerű kiskazánokkal végezték. A bálátüzelés a jelenleg használatos kiskazánok esetében részeredményekkel jártak. Elsősorban a tüzelőberendezés levegőszabályozása vetett fel újabb kérdéseket. Ezt követően a *Miscanthus*-ból kandallók, cserépkályhák, hagyományos fatüzelő háztartási kazánok tűzhelyek számára biobrikettet állítottak elő (**4. ábra**).



4. ábra Energianádból előállított biobrikett (Fotó: Marosvölgyi)

Az előállított brikett kellően szilárd, sűrűsége $1,1\text{--}1,2 \text{ kg/dm}^3$ (ezért nagy energiasűrűségű) a használatos tűzifánál szárazabb, ezért nagyobb fűtőértékű ($17,5 \text{ MJ/kg}$), tiszta, könnyen kezelhető, kényelmesen használható tüzelőanyagnak bizonyult. (A legkedvezőbb brikettméret: átmérő= 75 mm, hossz= 250 mm.)

Energianád-tüzelés kiskazánokban: Az automatizált kiskazánok legfejlettebb változatai a pellettüzelők. Ezek alkalmasak arra, hogy folyamatos üzemmenettel, automatikus tüzelőanyag-ellátással és hamukezeléssel, a gáztüzelés kényelmi szintjén szolgáltatassanak energiát. Ehhez a kisméretű részecskék, a pellet használható tüzelőanyagként (energiapellet). A pelletet pelletprésgépekkel állítják elő. A pelletálás közben az aprított anyag továbbaprítása (őrlés) és a matricák furataiba nyomással tömörítése folyik. A matricafuratokból kilépő extrudátumot a kívánt hosszúságú darabokra törik. A leggyakoribb méret átmérő= 7–10 mm, hossz= 15–20 mm (**5. ábra**). A pellet anyagsűrűsége $0,9\text{--}1,1 \text{ g/cm}^3$, fűtőértéke az anyagminőség függvénye, az energianádból előállított pellet fűtőértéke $17,5\text{--}18,5 \text{ MJ/kg}$ (a nedvességtartalom 10%).



5. ábra Energianádból előállított pellet (Fotó: Marosvölgyi)

Az energianád égetésekor – hasonlóan az egyéb biomasszákhoz – nagyon fontos annak ismerete, hogy a biomasszák hamujában (ebből szállópor, ciklonpor, kamrahamu keletkezik) milyen vegyületek vannak jelen. Ezek minősége a környezetvédelmi hatásokat, illetve a hamuhasznosítás (vagy ártalmatlanítás) lehetséges módszereit határozzák meg. A hamuelemzés eredményei (összehasonlítva egy lágyszárú és egy fás lignocellulóz adataival) a következők (**3. táblázat**).

Hamuelemzési eredmények			
Elem-oxidok	<i>Miscanthus</i>	Más lágyszárú	Lágylombos fa
	(%)	(%)	(%)
Na ₂ O	1,22	0,93	1,31
MgO	5,00	3,84	9,50
Al ₂ O ₃	1,04	0,38	0,62
SiO ₂	51,90	54,7	6,70
P ₂ O ₅	9,20	8,3	19,50
S	1,10	0,69	1,48
K ₂ O	15,10	20,31	20,20
CaO	11,40	6,01	34,90
TiO ₂	0,06	0,05	0,08
MnO	0,29	0,12	0,65
Fe ₂ O ₃	1,05	0,57	1,10
CuO	0,02	0,04	0,09
ZnO	0,09	0,09	0,57
SrO	0,02	0,02	0,11

3. táblázat Az energianád hamuelemzése összehasonlítva más lignocellulóz-hamukkal.

A termikus bontással történő hasznosításnak jelenleg három kísérleti technológiáját vizsgáljuk. Ezek: a szenítés, a pirogáz előállítása, és a piroolaj előállítása. Hasznosítható eredmények vannak O₂ jelenlétében végzett pirolízissel. Ez esetben közepes energiatartalmú gáz stabil előállítási technológiája került kifejlesztésre.

A biotechnológiai eljárások esetében az erjesztéses technológiában (alkohol-gyártás) vannak kezdeti eredmények. A lignocellulózból etanol állítható elő. Amerikai Partnerünk közlése szerint az energianád lignocellulózból előállítható etanol lehetséges mennyisége 0,4–0,46 dm³/kg (dt).

A kihozatal a vegyi összetételtől, és a biomasszában levő egyéb anyagok minőségétől és mennyiségétől függ. A legfontosabb alkotó az összehasonlító táblázatban található (4. táblázat).

Lignocellulóz	Pentozán	Cellulóz	Lignin	Egyéb
Lucfenyő	11,30	57,84	28,29	2,57
Erdeifenyő	11,02	54,25	26,35	8,38
Bükk	24,86	53,46	22,46	0,78
Nyír	27,07	45,30	19,56	8,07
Cser	22	45	22	10
<i>Miscanthus</i>	28-29	32-34	14-15	2-5

4. táblázat A fontosabb fajok és az energianád vegyi összetétele (%)

Fermentációs eljárással biogáz állítható elő. Laboratóriumi technológiában, három szakaszos (előfermentálás, fermentálás, utófermentálás) 1 t energianád szárazanyagból 270–350 m³ biogáz előállítása volt lehetséges, 60% CH₄ és 40 % CO₂ gázösszetétel mellett. Az energianád kifejezetten jól hasznosítható magas fehérje-, illetve zsírtartalmú veszélyes hulladékokkal (pl. vágóhídi hulladékok, élelmiszer-maradványok stb.) keverve.

Irodalom

- Marosvölgyi B., Horváth B. 2010: Biomassza előállítás és –hasznosítás. FVM VKSZI, Budapest.
Marosvölgyi B. 2009: A szilárd biomassza energetikai hasznosításának lehetőségei és korlátai. 10th. Intern. Sci. Days og Agricultural Economics. FAO-UN Gyöngyös. p. 92–93.

- Marosvölgyi B., Vágvölgyi A. 2002: Aktuelle Entwicklungen zu Biomasse-Projekten in Ungarn. „Vom Landwirt zum Energiewirt. Die Landwirtschaft Südosteuropas". p. 65–71.
- Marosvölgyi B. 2008: Megújuló energiaforrások - Erneubare Energiequellen für erneubare Energie. KVA (Győr) - En. Zentr. für erneuerbare Energie (Güssing) AT-HU 0601/022. p. 1–49.
- Bay, A. (szerk.) 2008: A biomassza felhasználása. Bp., Szaktudás Ház. p. 86–127.
- Marosvölgyi B., Horváth Zs., Pintér Cs., Vágvölgyi A. 2009: Új szaporítóanyag-előállítási lehetőségek vizsgálata *Miscanthus sinensis* energianövénnel. e-tud. 2009/4. p. 1–6.
- Marosvölgyi B., Horváth Zs., Vágvölgyi A., Pintér Cs. 2009: Új szaporítóanyag-előállítási lehetőségek vizsgálata *Miscanthus sinensis* energianövénnel. In.: Szulcsán G. (szerk.): Tudományos eredmények a gyakorlatban. AEE Kecskemét. p. 89–94.
- Marosvölgyi B., Vityi A., Berze Gy. 2003: Increasing the raw material basis of biobriquette Produktion by using new materials. In: Hungarian Agriculture engineering. 16/3003 MTA-GATE Gödöllő. p. 84–85.

Abstract

ENERGETIC UTILISATION OF ENERGY REED (*MISCANTHUS SP.*)

BÉLA MAROSVÖLGYI

Nyugat-magyarországi Egyetem KKK.

H-9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky út 4., Hungary, e-mail: marosvolgyi@asys.hu

The *Miscanthus sinensis* and the *Miscanthus giganteus* plants with their fast growth and high energy yield attracted the interest of the plant improvers and energy plant utilizers. As a result plant improvers created a number of species of these plants in Europe. However, the most important characteristic of these species is that their optimal yield may be achieved only under certain climatic conditions, and the improvement of the plant – through the selection of new species - is needed, whenever they are planted in drier or warmer territories. This was done in Hungary as well, where today – in addition to the earlier „Tatai” species of *Miscanthus sinensis* – the available species include the *Miscanthus sinensis* „Harkai”, the *M. s.* „Kópházi” and the *Miscanthus giganteus* „Halmaji”. The intention is to use this high yield producing plant providing 25–30 t/ha harvested biomass, having a long life span (15–25 years) as an energy plant, although it may be utilised in a number of other ways as well (cellulose, reed fabric, alcohol, building element production). In the first phase of the research we examined the biomass of the plant as an energy carrier, and in this regard we obtained favourable results. Its heat-value is good (with harvest time water content it is 14.5–16.0 GJ/t, while under dry conditions it is 18.0–18.5 GJ/t). Its ash content is low (1.4–2.7 %), and from harmful materials it contains a small amount (Cl: 0.9–1.0 %, S: 0.8–0.9 %) compared to the other herb type plants. It burns well, it becomes intensively gasified during thermal and fermentation processes. In addition to being burnt in its traditional chopped form in boilers it can be also used well in the form of energetic compressed materials (briquette, pellet). When these types of products are burnt the quality of the flue gas generated is similar to the quality of the flue gas of wood burning. Large bales made of this plant represent the most appropriate form for power stations. The large scale utilisation of these plants has been started in Hungary as well, and large scale growing trial operations are going on in a large territory (around 450 ha).

AZ ERDŐTALAJOK MEGŐRZÉSÉT SZOLGÁLÓ KÖRNYEZETKÍMÉLŐ TÁPANYAG- GAZDÁLKODÁS

MAROZSÁN MARIANNA

Debreceni Egyetem, Hankóczy Jenő Doktori Iskola
4032 Debrecen, Böszörményi út 138., e-mail: marozsanm@nyirerdo.hu

Összefoglalás

Erdőterületeken végzett terepi kísérletben csernozjom barna erdő- és a humuszos homoktalajokon vizsgáltuk a fahamu és a Phylazonit MC biotrágya hatását a talaj pH-ra. A kísérletben 2 különböző dózisz (1 t/ha, 5 t/ha) fahamut használtunk. A biotrágya alkalmazott koncentrációja $10 \text{ dm}^3 \text{ ha}^{-1}$ volt. A kísérleti fafaj az akác (*Robinia pseudoacacia*), a kocsányos tölgy (*Quercus robur*), illetve a nemes nyár (*Populus x euramericana*) volt. A kezelések minden esetben növelték a pH-értéket, azonban jelentős különbségek csak a humuszos homoktalaj esetében mutatkoztak a kísérlet első évében.

Kulcsszavak: fahamu, biotrágya, talaj pH

Bevezetés

Napjainkban a társadalom meghatározó mozgatórugója a termelés és a fogyasztás. A növekvő ipari és mezőgazdasági termelés hatására világszerte megnőtt a környezetszennyezés. A fenntartható technológiai és technikai megoldások keresésének egyik fontos szegmense a környezetkímélő gazdálkodás széleskörű megvalósítása. Azok az eljárások, amelyek a természetes adottságok kihasználásával biztosítják egy területen a fenntartható fejlődést, megkülönböztetett jelentőséggel bírnak. Ezek közé tartozik a baktérium alapú biotrágya és a fahamu. A baktérium alapú biotrágyák talajban való felhasználása talaj-biokemizálást jelent, vagyis az ökoszisztéma által nyújtott lehetőségeket használjuk fel.

Az erdőgazdálkodás ilyen szempontból speciális terület, ugyanis a gazdasági kényszer még nem igényelte a talajok trágyázást, ezért elfogadták a talajok állapotát olyannak amilyenek.

Az erdőgazdálkodás komplex módon hat az erdők tápanyag-gazdálkodására, az erdőtalajok minőségére. A legtöbb erdőművelési beavatkozás csökkenti az erdő eredeti tápelemtartalmát. Azon erdei ökoszisztémákban, ahol fakitermelés történt a fahamu meszező anyagként (Campbell, 1990; Kahl et al., 1996) vagy kiegészítő anyagként (Meiwes, 1995) való használata a tápanyag-egyensúly szabályozás fontos eszköze lehet. A hamu felhasználásával ellensúlyozni lehet a talaj savanyodását. Ennek ellenére a fahamu gyakorlati alkalmazása mostanáig az erdő tápanyag-utánpótlásában rendkívül jelentéktelen volt és az erdőművek, valamint a papírgyárak által kibocsátott hamut hulladékként kezelték (Silfverberg, 1996).

Erdőterületeken végzett terepi kísérletben csernozjom barna erdőtalajon, valamint humuszos homoktalajon vizsgáltuk a fahamu és a Phylazonit MC hatását a talaj pH-ra.

Anyag és módszer

A kísérletet a NYÍRERDŐ Nyírségi Erdészeti Zrt. Debreceni Erdészetének 2 erdőtümbjében (Debrecen 294 H, Hajdúböszörmény 040 C) állítottuk be. A kísérlet során 6 különböző kezelést vizsgáltunk egyenként 20x50 m-es parcellákban. Debrecen 294 H területen a genetikai talajtípus csernozjom barna erdőtalaj. A letermelt faállomány a kocsányos tölgy (*Quercus robur*) volt. Hajdúböszörmény 040 C területen a genetikai talajtípus humuszos homok.

A letermelt faállomány az akác (*Robinia pseudoacacia*) volt. A minták vételére itt került sor. A minták és a fahamu kémiai analízisét a DE AMTC Műszerközpontjában valamint az Agrokémia és Talajtan tanszéken végeztük. A kísérleti fafaj az akác (*Robinia pseudoacacia*), a kocsányos tölgy (*Quercus robur*), illetve a nemes nyár (*Populus x euramericana*) volt. Kísérleteinkben a NYÍRERDŐ Nyírségi Erdészeti Zrt. Nyírbátori Fafeldolgozó Üzeméből származó akácfa hamuját használtuk. A fahamut a következő dózisban adagoltuk ki a 20x50 m-es kezelési parcellákban: 5 t ha⁻¹ fahamu, 1 t ha⁻¹ fahamu, 5 t ha⁻¹ fahamu + 10 dm³ ha⁻¹ Phylazonit, 1 t ha⁻¹ fahamu + 10 dm³ ha⁻¹ Phylazonit. A kísérlet során az alkalmazott Phylazonit MC biotrágya dózis a 10 dm³ ha⁻¹ volt. Az akác fahamu elemtartalmának meghatározását a DE AMTC Műszerközpontjában, OPTIMA 3300DV ICP-OES (Perkin-Elmer) típusú spektrofotométerrel végeztük. A talaj pH meghatározása pedig ORION pH-mérő készülékkel történt. A kezelések közötti statisztikai eltéréseket varianciaanalízissel határoztuk meg.

Eredmények

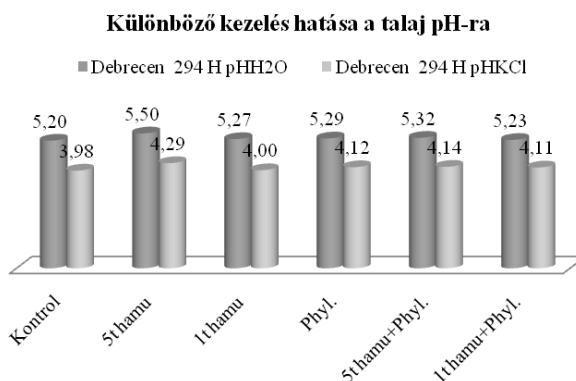
A hamu elemtartalmának a meghatározását spektrofotometriásan végeztük (**1. táblázat**).

Elemkoncentráció a fahamuban (mg kg ⁻¹)										
Esszenciális tápelemek							Potenciálisan toxikus elemek			
Ca	Mg	P	Fe	Mn	Cu	Zn	Al	Cr	Ni	Pb
343070 ±7725	19378 ±527	34042 ±4750	4235 ±217	11870 ±411	97,7 ±2,9	96,61 ±2,87	4018 ±150	3,3 ±0,07	40,76 ±1,2	30,38 ±0,97

1. táblázat Néhány elem koncentrációja az akácfa hamujában

Table 1. The contents of different elements in wood ash

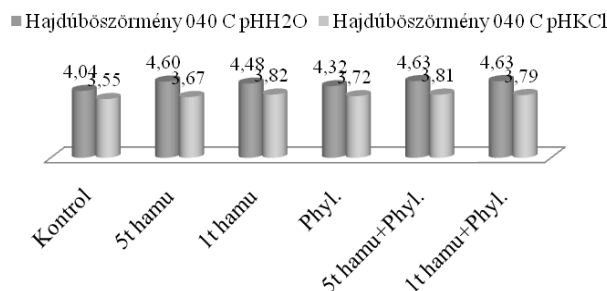
A fahamu elemtartalma nagy, a növények számára fontos makro- és mikroelemekből jelentős mennyiséget tartalmaz. A mikroelemek koncentrációja optimumhoz közeli, a fahamu tehát mikroelem-trágyaként is kezelhető. A fahamu lúgosító hatását vizsgáltuk. A fahamu és a biotrágya kezelések talaj pH-ra gyakorolt hatását a következő ábrák mutatják (**1., 2. ábra**).



1. ábra Különböző kezelések hatása csernozjom barna erdőtalajon a talaj pH-ra Debrecen 294 H erdőtagban

Figure 1. Effects of different treatments on the pH of chernozem brown forest soil on the forest compartment of Debrecen 294 H

Különböző kezelés hatása a talaj pH-ra



2. ábra Különböző kezelések hatása humuszos homoktalajon a talaj pH-ra Hajdúböszörmény 040 C erdőtagban

Figure 2. Effects of different treatments on the pH of humous sandy soil on the forest compartment of Hajdúböszörmény 040 C

A talaj kémhatása jelentősen befolyásolja a növények életfolyamatait, illetve az alacsonyabb rendű mikroorganizmusok összetételére, élettevékenységére is hatással van valamint a tápanyag-gazdálkodást is jelentősen befolyásolja. Erősen savas vagy lúgos közegben a tápanyag megkötődik, ez semleges kémhatás körül nem érzékelhető, ezért fontos a talaj optimális pH értékének kialakítása.

A területekre kijutatott eltérő dózisu fahamu és biotrágya kezelés növelte mindkét talajtípus esetén a talaj pH-értékét. Azonban a csernozjom barna erdőtalajon a kezeléseknél nem volt statisztikailag igazolható hatása (**2. táblázat**), ezzel szemben a humuszos homoktalajon jelentős eltérést figyelhetünk meg (**3. táblázat**).

A csernozjom barna erdőtalaj, tompító képességéből adódóan nem mutatott szignifikáns különbségeket. Ezen talajtípusok pH-pufferoló képességük jó, a magas kolloidtartalmuk miatt. Homoktalajon viszont a kisebb pufferkapacitás miatt a külső tényezők hatására bekövetkező változások korábban jelentkeznek.

A további elemzéshez a Duncan-tesztet alkalmaztam, ami megmutatta, hogy melyik csoportok között van a különbség a Hajdúböszörmény 040 C erdőtagban.

		Eltérés négyzetösszeg	df	Átlagos négyzetes eltérés	F	Sig.
pH _{H2O}	csoportok közötti	0,166	5	0,033	0,531	0,749
	csoporton belüli	0,750	12	0,062		
	összesen	0,916	17			
pH _{KCl}	csoportok közötti	0,181	5	0,036	0,637	0,676
	csoporton belüli	0,680	12	0,057		
	összesen	0,860	17			

2. táblázat A varianciaanalízis eredménye csernozjom barna erdőtalajon a talaj pH-ra Debrecen 294 H erdőtagban

Table 2. The result of ANOVA on the pH of chernozem brown forest soil on the forest compartment of Debrecen 294 H

		Eltérés négyzetösszeg	df	Átlagos négyzetes eltérés	F	Sig.
pH _{H2O}	csoportok közötti	0,820	5	0,164	2,674	0,076
	csoporton belüli	0,736	12	0,061		
	összesen	1,556	17			
pH _{KCl}	csoportok közötti	0,166	5	0,033	4,026	0,022
	csoporton belüli	0,099	12	0,008		
	összesen	0,266	17			

3. táblázat A varianciaanalízis eredménye humuszos homoktalajon a talaj pH-ra Hajdúböszörmény 040 C erdőtagban

Table 3. The result of ANOVA on the pH of humous sandy soil on the forest compartment of Hajdúböszörmény 040 C

kezelés		elemszám	0.05 %-os szignifikanciaszinten	
		1	2	1
Duncan	kontrol	3	4,0400	
	Phyl.	3	4,3233	4,3233
	1 t hamu	3	4,4800	4,4800
	5 t hamu	3		4,6033
	5 t hamu + Phyl	3		4,6300
	1t hamu + Phyl	3		4,6300
	Sig.		,060	,191

4. táblázat A varianciaanalízis eredménye humuszos homoktalajon a talaj pH_{H2O} -ra Hajdúböszörmény 040 C erdőtagban

Table 4. The results of Duncan method on the pH_{H2O} of humous sandy soil on the forest compartment of Hajdúböszörmény 040 C

kezelés		elemszám	0.05 %-os szignifikanciaszinten	
		1	2	1
Duncan	kontrol	3	3,5467	
	5 t hamu	3	3,6700	3,6700
	Phyl.	3		3,7200
	1t hamu + Phyl	3		3,7867
	5 t hamu + Phyl	3		3,8133
	1 t hamu	3		3,8200
	Sig.		,123	,090

5. táblázat A varianciaanalízis eredménye humuszos homoktalajon a talaj pH_{KCl}-ra Hajdúböszörmény 040 C erdőtagban

Table 5. The results of Duncan method on the pH of on the pH_{KCl} of humous sandy soil on the forest compartment of Hajdúböszörmény 040 C

A talaj vizes pH esetében a kontrolhoz képest jelentős különbséget az alábbi kezelések okoztak: 5 t ha⁻¹ fahamu, 5 t ha⁻¹ fahamu + 10 dm³ ha⁻¹ Phylazonit, 1 t ha⁻¹ fahamu + 10 dm³ ha⁻¹ (**4. táblázat**). Az 1 t ha⁻¹ fahamukezelésnek nem volt kimutatható hatása, abban az esetben viszont, ha

biotrágyával kiegészítettük, akkor a kontrolhoz képest már jelentősebb eltérés mutatkozott. Ezért kisebb dózisban alkalmazott fahamu esetében a savanyodásra hajlamosabb területeken érdemes a fahamu mellett biotrágyát is kijuttatni. A KCl-os pH vizsgálata során pedig a nagyobb dózisú fahamukezelésnél nem lehetett szignifikáns eredményt kimutatni (**5. táblázat**).

Megvitatás

Egyéves kísérleti eredményeim alapján a fahamu javasolt humuszos homoktalajokon a savanyodás mérséklésére, mindazonáltal, hogy számos a növények számára esszenciális tápelemet is tartalmaz.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is szeretnék köszönetemet kifejezni a NYÍRERDŐ Nyírségi Erdészeti Zrt-nek, hogy engedélyezték számomra a működési területükön a kísérletek beállítását, segítve ezzel a tudományos munkámat.

Irodalom

- Campbell, A. G. 1990: Recycling and disposing of wood ash. Tappi J., 73: 141–146.
- Kahl, J. S., Fernandez, I. J., Lindsey, E. R., Pechenham, J. 1996: Threshold application rates of wood ash to an acidic forest soil. Environ. Qual., 25: 220–227.
- Meiwees, K. J. 1995: Application of lime and wood ash to decrease acidification of forest soil. Water Air Soil Pollut., 85: 143–152.
- Silfverberg, K. 1996: Nutrient status and development of tree stands and vegetation on ash-fertilised drained peatlands. D.Sc. Thesis. University of Helsinki, Faculty of Science. 27 p.

Abstract

ENVIRONMENT FRIENDLY NUTRIENT MANAGEMENT IN THE INTEREST OF FOREST SOIL PRESERVATION

MARIANNA MAROZSÁN

University of Debrecen, Doctoral School of Hankóczy Jenő
H-4032 Debrecen, Böszörményi u. 138., Hungary, e-mail: marozsanm@nyirerdo.hu

Nowadays production and consumption are important driving springs of society. The increasing industrial and agricultural production has resulted growing environment pollution all around the world. The widespread realization of environmental friendly management is an important segment of seeking sustainable technological and technical solutions. The methods ensuring sustainable development by exploiting natural facilities have great significance. Bacteria-based biofertilizers and wood ash are good examples of them. Using bacteria-based biofertilizer means a kind of biofertilization that is using the possibilities provided by the ecosystem. Forestry is a special area this way, namely the soil fertilization was not forced out for economic reasons, so the given soil condition was accepted. Forestry have a complex effect on the nutrient management of forests and the quality of forest soil. On the areas where the fertilization is prohibited because of nature protection aspects, nutrient supply with the above-mentioned materials can be the solution of natural nutrient supplement at present and in the future as well.

SZÁMSZERŰSÍTETT FENNTARTHATÓSÁGI TELJESÍTMÉNY

MOLNÁR ANDRÁS

Agrárgazdasági Kutató Intézet, Vidékpolitikai Osztály
1093 Budapest, Zsil u. 3-5., e-mail: molnar.andras@aki.gov.hu

Összefoglalás

A számszerűsített fenntarthatóság módszere lehetőséget biztosít a gazdaságok fenntarthatósági teljesítményének egy új megközelítés szerinti számszerűsítésére. A módszer ötvözi a tradicionális hatékonyságelemzést a lehetőség-költség gondolatával, mindezt úgy, hogy az értéktéremtésre helyezi a hangsúlyt. A fenntarthatóság növelésének azon lehetőségét vizsgálja, hogy az erőforrás felhasználók közötti ráfordítás (tőke) allokáció növelheti-e a (jellemzően gazdasági teljesítményben kimutatott) eredményességet. A módszer még számos ponton finomítható, valamint mindenképp, mint más módszereket kiegészítő alkalmazás kell figyelembe venni. Az itt bemutatott számítások az AKG integrált célprogramban résztvevő FADN gyümölcsstermesztő tesztüzemei esetében a 2007. évi adatok alapján gyakorlatilag nem mutatnak különbséget a nem támogatott hasonló üzemek fenntarthatósági teljesítményében.

Kulcsszavak: agrár-környezetgazdálkodás, hatékonyság, fenntartható érték, tesztüzemi rendszer

Bevezetés

Manapság egyre gyakrabban kerül mind a közbeszéd mind a szakmai munkák középpontjába a mezőgazdálkodás és a környezet sajátos kapcsolata. A mezőgazdálkodás egy olyan tevékenység, amely talán az egyik leginkább függ és egyben befolyásolja a természeti erőforrásokat, a környezetet. Egy sajátos viszonyról van szó, amelyet a kölcsönös függőség jellemez. Egyrészt igaz, hogy a mezőgazdasági tevékenység jellemzően függ a természet által biztosított adottságoktól, másrészt a mezőgazdaság is hatással van a természeti környezetre. A mezőgazdaságnak három tekintetben sajátos a kapcsolata a természeti elemekkel, környezettel (OECD, 2001):

- Nagyon nagyszámú és széleskörű az érintett hatások, elemek köre. Ezek lehetnek mind negatívak, mind pedig pozitívak.
- A kapcsolat a legtöbb esetben jelentősen összetett, adott helyre jellemző és nemlineáris kapcsolatot jelent, amelyet változatos biofizikai körülményeket – klimatikus viszonyok, talajféleség, földhasználat – tükröznek.
- A legtöbb gazdaságilag fejlett országban a szakpolitika – a különböző beavatkozásoknak köszönhetően – a mezőgazdaság által érintett döntéshozókat jelentősen befolyásolja. Az egyes érintettek által érzékelt, tapasztalt környezetminőség piaci, illetve komplex társadalmi reakciókat vált ki, amely mint visszacsatolás befolyásolja a szakpolitikai döntéseket.

Mivel az ökoszisztéma nem egyszerűen bizonyos elemek, összetevők halmaza, annak vizsgálata nem szorítkozhat csupán egyes részelemek vizsgálatára, hanem egy összetett kapcsolatokra épülő, dinamikus, feltételeken megújuló, de mindenképp változni képes rendszert kell elemezni. A természeti rendszerek sajátos tulajdonsága, hogy bizonyos határon belül „alkalmazkodni képes”, semlegesíteni tudja a hatásokat. Tovább bonyolítja a helyzetet, hogy a természeti (termőhelyi) adottságok és annak egyes elemei (domborzat, vízrajzi viszonyok, csapadékeloszlás) térben (országreszenként) jelentős eltéréseket, különbségeket mutatnak, miként a népesség eloszlása is, emiatt például a földhasználati lehetőség (és igény) is különböző.

A mezőgazdaság termelő tevékenységének általában a jövedelemszerzés az alapvető célja. Tehát ha valamilyen okból – például az elmaradó támogatások miatt – bizonyos területeken nem

lehet jövedelmezően gazdálkodni, akkor az a tevékenység föl hagyását eredményezheti. A rosszabb természeti adottságú területek kritikussabb helyzetben vannak a mezőgazdasági szektorból történő kilépés szempontjából, ugyanakkor ezen területek egy részénél kívánatos a mezőgazdálkodás fenntartása. Igaz ez akkor is, hogyha pusztán a piaci árakon mért értékteremtést figyelembe véve nem lenne ez indokolt, mert a mezőgazdasági tevékenység során, a termék-előállításal párhuzamosan – jellemzően együttes-termelés során – közjavakat is előállít. Ha ezeket figyelmen kívül hagynánk, akkor a mezőgazdálkodással nem hasznosított területek „közrosszak” forrásai lehetnének.

A különböző korok eltérő módon viszonyultak a természeti környezet és mezőgazdálkodás viszonyához. Ez részben magyarázható az igények, részben a lehetőségek változásával. Mára az emberiség oda jutott, hogy a korábbiakhoz képest jelentősen megnövekedett a természeti folyamatokba való beavatkozás lehetősége. Ez a lehetőség azonban egyben veszélyforrásként is jelentkezik, mivel az ökoszisztéma, annak egyes alrendszerei, a különböző anyagok körforgása és azok összetett rendszerei mind-mind érzékeny rendszert alkotnak. Évszázadokkal ezelőtt fel sem merült volna erről a témakörrel értekezni, hiszen a mezőgazdálkodás harmóniában élt környezetével, annyit vett el belőle, amire feltétlenül szüksége volt, és mindent megadott, visszajuttatott, amely annak hosszú távú fennmaradáshoz kellett. Ez a békés állapot egyre több helyen fokozatosan eltorzult, az egyre intenzívebbé váló, koncentrált termelés sok területen a környezet kizsárolását eredményezte és ma is támadások keresztüztüében áll. Ez a tendencia nem csupán hazánkban jelentkezik, amit mi sem támaszt jobban alá, mint hogy számtalan publikáció és konferencia témája a mezőgazdaság, a földhasználat és a környezet, természet viszonyrendszere, valamint meghatározó témája a jelenleg is formálódó Közös Agrárpolitikának.

Az agrár-környezetgazdálkodás támogatása lassan évtizedes múltra tekint vissza. Elsőként a Nemzeti Agrár-környezetvédelmi Program, majd már részben EU szabályozás és finanszírozás mellett a Nemzeti Vidékfejlesztési Tervben, jelenleg pedig az Új Magyarország Vidékfejlesztési Programban van (volt?) lehetősége a gazdálkodóknak különböző (változó) célprogramokon keresztül önkéntes kötelezettséget vállalni meghatározott feltételek és gazdálkodási gyakorlat betartására. A program mögött húzódó filozófia gyakorlatba történő átültetése a különböző érdekcsoportok összetűzésben bizony elég jelentős torzulásokat szenvedett. A program eredményességéről korlátozott információk állnak rendelkezésre, amely visszavezethető a támogatási rendszert övező alaplogikára, amely a források lekötését sem mint azok eredményességét, hatását tekintve legfontosabbnak. Ennek köszönhetően a monitoring munkák jelentős hiányosságokat mutatnak. Az eddigi értékelések jellemzően egy-egy mintaterületre koncentrálnak.

Anyag és módszer

A jelen tanulmányban alkalmazott módszer egy új szempontot szeretne behozni a környezetgazdálkodás és általában a mezőgazdasági tevékenység, gazdálkodás megítélésében. Ez pedig nem más, mint annak kimutatása, hogy a közel hasonló erőforrás adottságú (homogén „tájan értelmezett” tökeellátottság) gazdaságok – jelen esetben például amelyek részesülnek agrár-környezetgazdálkodási támogatásban – lehetséges-e nagyobb hatékonyság elérése az erőforrások felhasználók közötti átrendezésével.

A fenntarthatóságot, illetve az ahhoz való hozzájárulást már sokan sokféleképpen próbálták megragadni. Az első nagyobb horderejű erőfeszítések elsősorban a környezeti problémákra, az azokkal kapcsolatos jelenségek információk rendszerezésére koncentráltak. Az ilyen alapvető – elsősorban monitorozás, környezeti értékelés, információ strukturálás során használt – rendszerkeretek közül talán a legismertebb az Anthony Friend által a 70-es években kidolgozott PSR (Pressure-State-Response, Terhelés-Állapot-Válasz) rendszer, amely széleskörű alkalmazását a 80-as években az OECD szorgalmazta. Ezen alapszik az Európai Környezeti Ügynökség által módosított változata a DSPIR. Ugyanígy megemlíthető a World Business Council on Sustainable Development (WBCSD) környezeti hatékonyságot vizsgáló munkacsoportja a környezeti

hatékonyság mutatót (ami nem más, mint az egységnyi környezetterhelésre jutó termelési érték) javasolja használni, mint általános egyenlőséget a környezeti hatékonyság mérésére és megfigyelésére. Bár a fenntarthatóság holisztikus jellege megkövetelné a három pillér (környezet-gazdaság-társadalom), valamint az idő és a tér együttes figyelembevételét, mind az elméletek, de különösen a gyakorlat jellemzően egy-egy részlet kidolgozására összpontosít. A különböző értékelési módszerekről átfogó áttekintést ad Singh et al. (2009) és Ness et al. (2007). A következőkben a hatékonyság oldaláról történő megközelítés kerül kifejtésre. Általánosságban a termelés hatékonyságának mérésére három fajta megközelítésmódot különböztethetünk meg: a parametrikus módszereket (determinisztikus és sztochasztikus), a DEA (Data Envelopment Analysis) módszerre alapozott nem-parametrikus módszereket, valamint a növekedési számvitelre és az index-elméleti alapelvekre épülő termelékenységi mutatókat (Coelli et al., 1998).

A fenntartható érték módszerét (a „sustainable value” angol megfelelője, ezért az egyszerűség kedvéért SV-vel kerül a továbbiakban rövidítésre) elsőként Figge és Hahn (2004) dolgozta ki. A módszer lényege, hogy új megközelítésben – az értékteremtés előtérbe helyezésével – kívánja értékelni a fenntarthatósági teljesítményt. A SV alkalmas az egyes gazdasági szereplők (pl. gazdaságok) erőforrás felhasználásnak vizsgálatára egy olyan döntéshozói perspektívából, amely lehetőséget biztosít az erőforrások (vagy azok egy-egy elemének) felhasználók közötti elosztására, abból a célból, hogy növelje a rendelkezésére álló erőforrás portfólió hatékonyságát. Ezen kívül meg kell említeni, hogy természetesen vannak ettől eltérő – ezzel összefüggő – nézőpontok is. Szintén releváns kérdés, hogy az egyes erőforrásokat egyáltalán szabad-e, illetve szükséges-e használni.

A módszer alkalmazásának két kiemelten kritikus pontja van: mely erőforrások kerülnek bevonásra és azok milyen indikátorokon (adatbázisokon) keresztül kerülnek számszerűsítésre, valamint a benchmark (viszonyítási pont) megválasztása.

A számításokhoz a teszttüzemi rendszer adatai kerültek felhasználásra, amely az AKG szempontjából nem tekinthető reprezentatívnak. Ebből következik, hogy az eredmények nem tekinthetők országosan reprezentatívnak. Céljuk elsősorban annak bemutatása, hogy a módszer lehetőségeit szemléltessék.

A teszttüzemi rendszerben a környezetgazdálkodási program a Nemzeti Vidékfejlesztési Programban a 150/2004 (X. 12.) FVM rendelet 5. §. szerint meghatározott célprogramok következő csoportosítása szerint kerül(t) alkalmazásra (a számok az adatbázisban alkalmazott kódokat mutatják):

- 1 = Nem.
- 2 = Alapszintű agrár-környezetgazdálkodási program (szántóföldi, gyepgazdálkodási) [5. §. aa, ba].
- 3 = Integrált agrár-környezetgazdálkodási célprogram (szántóföldi, ültetvény) [5§. ad, ca].
- 4 = Ökológiai agrár-környezetgazdálkodási célprogram (szántóföldi, gyepgazdálkodási, ültetvény) [5.§. ae, bb, cb].
- 5 = Érzékeny Természeti Területhez kapcsolódó agrár-környezetgazdálkodási célprogram (szántóföldi, gyepgazdálkodási) [5. §. ah, bc].
- 6 = Vizes élőhelyekhez kapcsolódó célprogram [5. §. d].
- 7 = Egyéb célprogramok (tanyás gazdálkodás, méhlegelő célú, ritka fajok termesztése) [5. §. ab, ac, af, ag, cc].
- 8 = Kiegészítő agrár-környezetgazdálkodási célprogram [5. §. e.].
- 9 = Többféle AKG célprogramban vesz részt.

Mint látható, a kódolás nem törekszik a teljes körű adatrögzítésre, hanem tematikusan rögzíti a részvételt. A több célprogram által érintett gazdaságok esetében sincsen pontos információ az egyes célprogramok belső arányára, így az csak korlátozottan használható.

A számítások során az erőforrás homogenitását két dimenzió hivatott biztosítani: egyrészt a teszttüzemi adatok publikálásakor használt üzemtipológia alapján képzett üzemtípus, valamint az üzemméret. Mindkettő esetében többféle részletezésre is lehetőség nyílik, amely kiválasztásában a

szempontot az jelentette, hogy mind a kontroll mind pedig az AKG által érintett tesztüzemek száma egy adott vizsgált évben még kellően nagy legyen. Az időbeni összehasonlíthatóság biztosítása érdekében panel adatbázis került felhasználásra.

Mindezek tükrében olyan gazdaságok kerültek elemzésre, amelyek mindhárom vizsgált évben azonos üzemtípussal rendelkeztek. Tekintettel, hogy az AKG program viszonylag nagyszámú célprogramot tartalmaz még a tesztüzem fent ismertetett csoportosítása és az üzemtípusok szintén jelentős száma miatt csak néhány üzemtípus – GOFR szántóföldi, vegyes szántóföldi és szakosított tejelő gazdaságok az alapszintű és GOFR szántóföldi, borászati és gyümölcstermelő gazdaságok az integrált célprogram-csoport esetében –, az alapszintű, valamint az integrált célprogram-csoportban résztvevő üzemek esetében áll rendelkezésre megfelelő számú üzem.

A tesztüzemek közül két csoport került leválogatásra: (a) egyrészt az AKG integrált célprogram-csoport által támogatott, gyümölcstermesztő üzemek (49 db), (b) másrészt a szintén gyümölcstermesztő, de AKG támogatásban nem részesülő üzemek (44 db). Csak olyan tesztüzemek kerültek kiválasztásra, amelyek mindegyik kiválasztott indikátor (beleértve a kibocsátást is) esetében pozitív értékkel rendelkeztek.

A következő lépés az egyes tőketípusok felhasználását reprezentáló indikátorok/változók kiválasztása. Mivel a SVA módszer alapvető követelménye, hogy a gazdaságok által felhasznált ráfordítások minél inkább homogének legyenek. Ezek alapján az alábbi indikátorok szolgálták az egyes főbb tőkeformák és a kibocsátás reprezentációját:

- Termő gyümölcsös terület (hektár).
- Felhasznált munka (munkaóra).
- Felhasznált energia (ezer Ft).
- Felhasznált tőke, amit az amortizáció (ezer Ft).
- Összes nem beruházási támogatás nagysága (ezer Ft).
- „Teljes kibocsátás” (ezer Ft).

Az egyes üzemek benchmark vagy viszonyítási értékei DEA – kibocsátás orientált mérethatékonyságot megengedő úgynevezett BCC modell – segítségével került kiszámításra.

Vegyünk R különböző tőkeformát, akkor az egyes gazdaságok által előállított fenntarthatósági érték (FÉ) a következő képlet segítségével számítható (Figge és Hahn, 2005 alapján):

$$FÉ_i = \frac{1}{R} \sum_{r=1}^R x_{ir} \underbrace{\left(\frac{y_i}{x_{ir}} - \frac{y^*}{x_r^*} \right)}_{\text{Value spread}}_{\text{Value contribution}}$$

ahol:

$FÉ_i$ = az i-dik vizsgált gazdaság fenntartható értéke;

y_i = az i-dik vizsgált gazdaság kibocsátása;

x_{ir} = az r-dik tőke felhasználása a vizsgált i-dik gazdaságban;

y^* = a benchmark kibocsátás;

x_r^* = az r-dik tőke felhasználása a benchmark által;

R = a figyelembevett tőkeformák száma.

A tőkefelhasználás fenntartható hatékonyságát (FH) úgy lehet meghatározni, hogy a kibocsátást a lehetőségköltséghez (a benchmark teljesítménye) viszonyítjuk. Másként fogalmazva ezzel a számítással figyelembe vesszük az eltérő kibocsátásnagyságot, tehát az FÉ méret szerinti korrekciójáról beszélhetünk:

$$FH_i = \frac{y_i}{y_i - SV_i}$$

Ha a fenntartható hatékonyság értéke nagyobb 1-nél, akkor azt úgy lehet értelmezni, hogy a vállalat által előállított kibocsátás meghaladja a lehetőségköltséget, azaz a benchmark hatékonyságát.

Eredmények

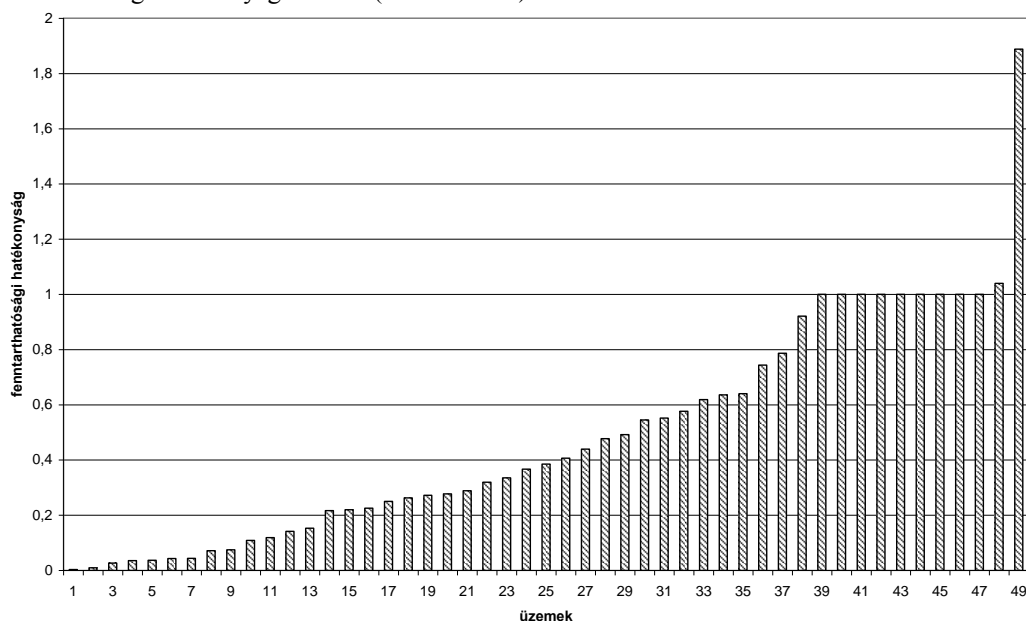
Az elemzés során használt adatok leíró statisztikája alapján látható, hogy közel azonos elemszámú üzem került összevetésre, amelyek a vizsgált ráfordítások tekintetében alapvetően a támogatások nagyságában mutatnak jelentősebb eltérést (**1. táblázat**).

	munka (óra)	gyümölcsös (hektár)	energia (ezer Ft)	tőke/amortizáció (ezer Ft)	támogatás (ezer Ft)	kibocsátás (ezer Ft)
AKG integrált célprogramban résztvevő, gyümölcsstermesztő gazdaságok (49 db)						
Minimum	273,0	2,0	322,3	158,0	681,7	338,2
Maximum	71426,0	110,6	80370,0	59589,0	30369,2	982546,3
Átlag	7572,6	25,3	8726,2	7925,4	6195,2	68417,5
Szórás	11080,6	24,8	14118,2	11123,7	6671,5	153825,6
Medián	5165,0	19,9	4153,6	4276,0	4374,0	26616,3
Kontrol üzemek, gyümölcsstermesztő gazdaságok (44 db)						
Minimum	148,0	1,7	151,2	103,0	87,0	4,0
Maximum	58960,0	164,3	69234,1	66713,0	12401,9	472838,7
Átlag	5660,9	18,7	5367,3	6731,2	1893,3	50655,1
Szórás	9464,1	29,5	11977,5	12970,2	2606,8	104968,5
Medián	3351,5	10,9	2202,1	1927,0	867,7	14320,7

1. táblázat Az AKG integrált célprogramban résztvevő gyümölcsstermesztő és a „kontrol” gazdaságok vizsgált tőkeformáinak leíró statisztikai értékei

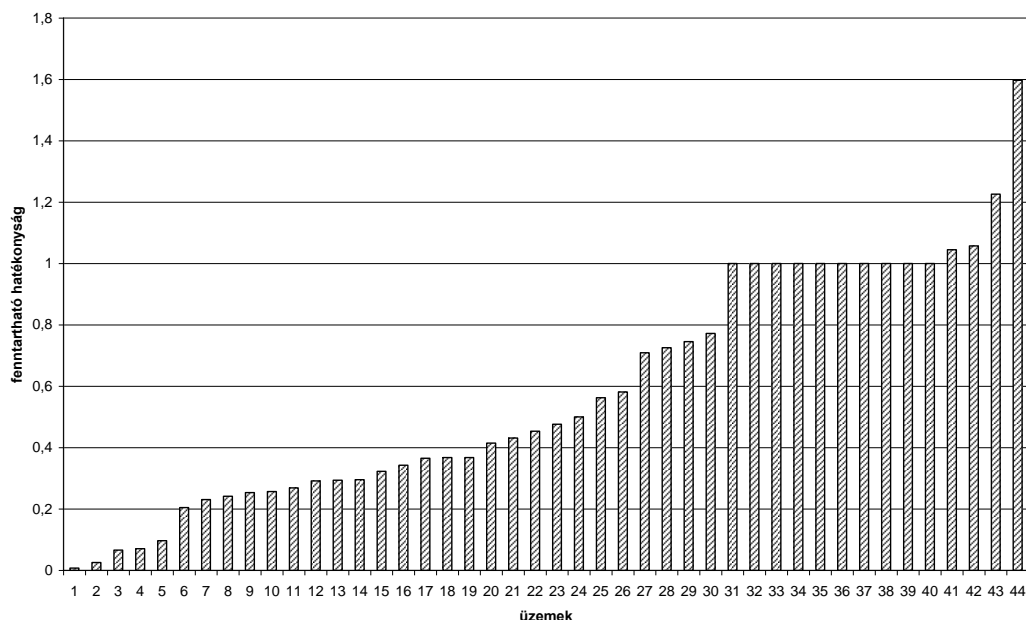
Table 1. Descriptive statistics of different capital forms of participating and non-participating farms in the integrated agri-environmental program

A korábban ismertetett módszertan és adatok alapján kerültek kiszámításra a fenntarthatósági hatékonyság értékek (**1. és 2. ábra**)



1. ábra Fenntartható hatékonyság értékek megoszlása, 2007, AKG integrált célprogramban résztvevő gyümölcsstermesztő gazdaságok

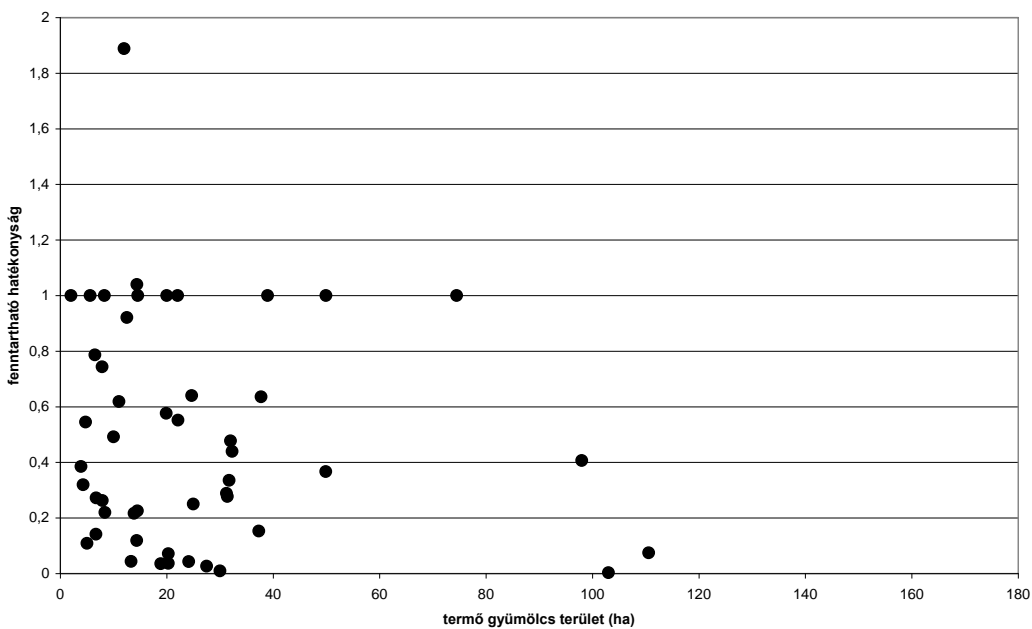
Figure 1. Sustainable efficiency scores, 2007, fruit producing farms participating in the integrated agri-environmental program



2. ábra Fenntartható hatékonyság értékek megoszlása, 2007, AKG integrált célprogramban nem résztvevő gyümölcsstermesztő gazdaságok

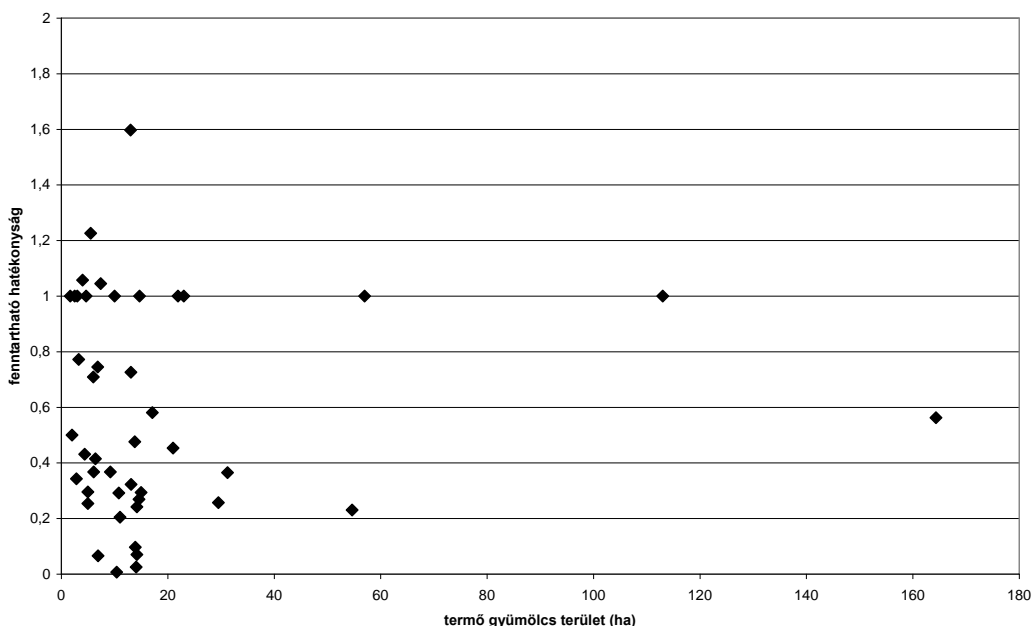
Figure 2. Sustainable efficiency scores, 2007, fruit producing farms not participating in the integrated agri-environmental program

A fenntartható hatékonyság értékek termő gyümölcssterület szerinti megoszlása az alábbiak szerint alakul az integrált AKG-ban résztvevő és nem résztvevő gazdaságok esetében (3. és 4. ábra)



3. ábra Fenntartható hatékonyság értékek területméret szerinti megoszlása, 2007, AKG integrált célprogramban résztvevő gyümölcsstermesztő gazdaságok

Figure 3. Sustainable efficiency scores in relation to fruit area, 2007, fruit producing farms participating in the integrated agri-environmental program



4. ábra Fenntartható hatékonyság értékek területméret szerinti megoszlása, 2007, AKG integrált célprogramban nem résztvevő gyümölcsstermesztő gazdaságok

Figure 4. Sustainable efficiency scores in relation to fruit area, 2007, fruit producing farms non-participating in the integrated agri-environmental program

Az egyes ráfordítások, valamint a fenntartható hatékonyság közötti kapcsolat – a kiugró értékek ellenőrzését követően – kimutatására a Pearson korrelációs koefficiensek kerültek kiszámításra (2. és 3. táblázat).

		munka	gyümölcsster	energia	tőke	támogatás	kibocsátás	FH
munka	Pearson korreláció	1	,374**	,379**	,655**	,378**	,956**	,251
	Szignifikancia		,008	,007	,000	,007	,000	,081
gyümölcsster	Pearson korreláció	,374**	1	,661**	,458**	,965**	,288*	-,156
	Szignifikancia	,008		,000	,001	,000	,044	,284
energia	Pearson korreláció	,379**	,661**	1	,422**	,681**	,465**	,109
	Szignifikancia	,007	,000		,002	,000	,001	,456
tőke	Pearson korreláció	,655**	,458**	,422**	1	,447**	,659**	,009
	Szignifikancia	,000	,001	,002		,001	,000	,949
támogatás	Pearson korreláció	,378**	,965**	,681**	,447**	1	,322*	-,102
	Szignifikancia	,007	,000	,000	,001		,024	,487
kibocsátás	Pearson korreláció	,956**	,288*	,465**	,659**	,322*	1	,366**
	Szignifikancia	,000	,044	,001	,000	,024		,010
FH	Pearson korreláció	,251	-,156	,109	,009	-,102	,366**	1
	Szignifikancia	,081	,284	,456	,949	,487	,010	

** - A korreláció szignifikáns a 0,01 szinten

* - A korreláció szignifikáns a 0,05 szinten

2. táblázat Az AKG integrált célprogramban résztvevő gyümölcsstermesztő és a „kontrol” gazdaságok vizsgált tőkeformáinak leíró statisztikai értékei

Table 2. Descriptive statistics of different capital forms of participating and non-participating farms in the integrated agri-environmental program

		munka	gyümölcster	energia	tőke	támogatás	kibocsátás	FH
munka	Pearson korreláció	1	,735**	,934**	,748**	,707**	,809**	,144
	Szignifikancia		,000	,000	,000	,000	,000	,351
gyümölcster	Pearson korreláció	,735**	1	,883**	,500**	,895**	,875**	,047
	Szignifikancia	,000		,000	,001	,000	,000	,764
energia	Pearson korreláció	,934**	,883**	1	,709**	,844**	,893**	,139
	Szignifikancia	,000	,000		,000	,000	,000	,368
tőke	Pearson korreláció	,748**	,500**	,709**	1	,610**	,634**	,182
	Szignifikancia	,000	,001	,000		,000	,000	,238
támogatás	Pearson korreláció	,707**	,895**	,844**	,610**	1	,799**	-,073
	Szignifikancia	,000	,000	,000	,000		,000	,638
kibocsátás	Pearson korreláció	,809**	,875**	,893**	,634**	,799**	1	,239
	Szignifikancia	,000	,000	,000	,000	,000		,118
FH	Pearson korreláció	,144	,047	,139	,182	-,073	,239	1
	Szignifikancia	,351	,764	,368	,238	,638	,118	

** A korreláció szignifikáns a 0,01 szinten

3. táblázat Az AKG integrált célprogramban résztvevő gyümölcstermesztő és a „kontrol” gazdaságok vizsgált tőkeformáinak leíró statisztikai értékei

Table 3. Descriptive statistics of different capital forms of participating and non-participating farms in the integrated agri-environmental program

Megvitatás

Az fenntartható hatékonyság értékek összehasonlítása alapján megállapítható, hogy a vizsgált év és kiválasztott paraméterek adatai alapján nem mutatkozik számottevő különbség az integrált AKG célprogram-csoportban résztvevő és az ilyen támogatásban nem részesülő gyümölcstermesztő gazdaságok között. Ugyanakkor megfigyelhető, hogy a nem támogatott gazdaságok közül nagyobb számban találhatóak hatékonynak kimutatottak.

A gazdaságok által használt területet és a fenntartható hatékonyság értékeket ábrázolva megállapítható, hogy a támogatásban részesülő gazdaságok között valamelyest nagyobb szóródás figyelhető meg.

A korrelációs együtthatók vizsgálata alapján a fenntarthatósági hatékonyság egyedül az integrált AKG-ben résztvevő gazdaságok esetében mutat a kibocsátás esetében gyenge szignifikáns kapcsolatot. Ezzel szemben az egyes ráfordítások közötti kapcsolat minden esetben szignifikáns, és azonos irányú a két vizsgált csoport esetében, míg az erőssége jellemzően erős, illetve egyes esetekben igen erős mértéket mutat.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány készítői hálásak az EU 6. Keretprogramjának támogatásáért (project kód: SSPE-CT-2006-44215).

Irodalom

- Coelli T., Rao P., Battese G. 1998: An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers. 349 p.
- Figge F., Hahn, T. 2004: Sustainable Value Added – Measuring Corporate Contributions to Sustainability beyond Eco-Efficiency. Ecological Economics, 48: 173–187.
- Figge F., Hahn, T. 2005: The cost of sustainability capital and the creation of sustainable value by companies. Journal of Industrial Ecology, 9(4): 47–58.
- Ness, B., Urbel-Piirsalu, E., Anderberg, S., Olsson, L., 2007: Categorising tools for sustainability assessment. Ecological Economics, 60: 498–508.
- OECD 2001: Environmental Indicators for Agriculture – Methods and Results, Volume 3.
- Singh, R. K., Murty, H. R., Gupta, S. K., Dikshit, A. K. 2009: An overview of sustainability assessment methodologies. Ecological Indicators, 9: 189–212.

Abstract

QUANTIFIED SUSTAINABILITY PERFORMANCE

ANDRÁS MOLNÁR

Reserach Institute of Agricultural Economics, Department of Rural Development
H-1093 Budapest, Zsil u. 3-5., Hungary, e-mail: molnar.andras@aki.gov.hu

Sustainable value offers a new perspective and opportunity in quantifying sustainability performance of farms or any decision making unit alike. The method combines the traditional tools of efficiency assessment with the idea of opportunity-cost, in a fashion that it emphasises the perspective of value creation. This new way of assessment considers the possibility of rearrangement of resources between resources users, which results higher value added. The method came through with significant improvement in its application for the case of agriculture in the last few years; however there is still room for improvement. It is very important to emphasize, that the results should be taken as complementary o other methods, and not seen as an ultimate and only way to assess sustainability performance. The results presented in this paper are calculated based on solely use of FADN data. In particular fruit producer farms participating and non-participating in integrated agri-environmental subsidy scheme are compared in the year 2007. The results show minor differences between sustainable efficiency scores, alarming for further investigation.

ÁRTÉRI GAZDÁLKODÁS ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI, AZ ÁRVÍZI BIZTONSÁG NÖVELÉSE ÉRDEKÉBEN A KÖZÉP-TISZA VIDÉKÉN

MOLNÁR SÁNDOR

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet
1022 Budapest, Herman Ottó u. 15., e-mail: molnar@rissac.hu
<http://www.mta-taki.hu>

Összefoglalás

A folyószabályozások után az árvízi biztonság kielégíthetőnek mondható, azonban az elmúlt évek különösen magas árvízszintjei óvatosságra intenek. Magyarországon jelenleg az ár- és a belvízveszély, illetve az aszály okozza a legnagyobb problémát. Ma alapvető cél a tavaszi víztöbbletet a hullámtérben megtartani, és minél előbb levezetni, holott néhány hónap múlva a mentett oldalon már az aszály gátolja a mezőgazdasági termelést. A jövőben a víz egyre értékesebb erőforrássá válik, a visszatartása tehát elengedhetetlenül fontos. Ez újabb vízlépcsők és víztározók kiépítésével is megvalósítható, de megnyugtató megoldást csak a folyó és árterületeinek újbóli összekapcsolása, az árterek fenntartható módon való kezelése adhat. Az árterek revitalizációja azonban csak a korábbi állapot megismerésével képzelhető el. Ennek érdekében két mintaterületen (Ecsefalva, illetve Szeged-Tápé környezetében) részletes történeti földrajzi vizsgálat készült. A terepi megfigyelés, a digitális terepmodell készítése, a szedimentológiai analízis, valamint az okleveles és a térképi források elemzése a folyószabályozás következtében lezajlott változások ellenére is feltárta az ártér múltját. Mindkét területen előnyös lenne a jelenlegi a szántóföldi termesztés helyett az egykori ártéri gazdálkodás visszaállítása. Az eredmények alapján ezt meg is lehetne valósítani. Azonban, amíg Ecsefalva mellett fokozottan védett területek találhatók, addig Szeged-Tápé közelében az ipari tevékenység a nagyobb jelentőségű. Ez az extenzív gazdálkodási forma a természetvédelem érdekeivel nem ütközik, sőt a Körös-Maros Nemzeti Park Igazgatóság védelmi stratégiájába is beilleszthető, így az első helyszínen a lehető legnagyobb területen lenne ajánlatos a kialakítása. A másik helyen, ez pillanatnyilag még időszakosan sem valósítható meg, ott a víz kivezetése csak az egykori érrendszer helyreállításában játszhat szerepet.

Kulcsszavak: Alföld, Berettyó, árvízvédelem, fenntartható területhasználat, Tisza

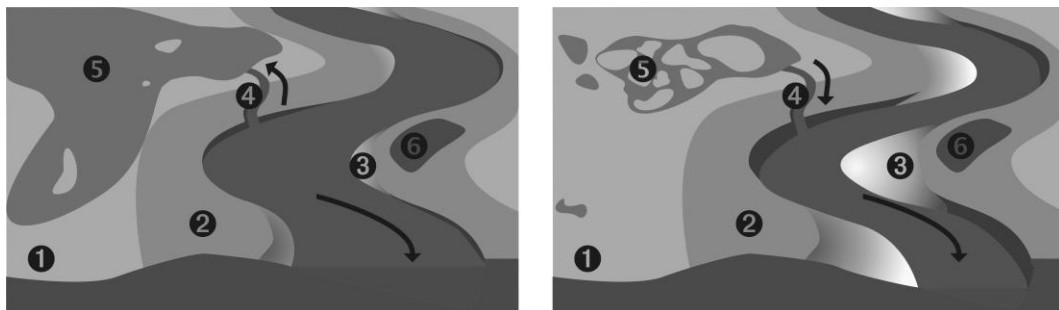
Bevezetés

Lehetséges, hogy a XXI. század a környezeti problémák évszázada lesz. A híradásokból szinte naponta értesülhetünk a világ különböző pontjain bekövetkezett katasztrófákról. Magyarországon elsősorban a folyókon évenként levonuló árhullámok jelentik a legnagyobb környezeti kockázatot. Azonban többnyire megfeledezünk róla, hogy ezek az árhullámok a folyóink életének természetes velejárói, és leginkább az emberi tevékenységek miatt váltak egyre szélsőségesebbé. Hazánkban a XIX. század közepén megkezdett folyószabályozási munkák során gátakkal választották le a folyókkal szerves egységet képező árterületek jelentős részét. A víztől megfosztott területek hasznosításakor gyakran a terepi adottságokat sem vették figyelembe. A szűk hullámtérben maradt folyók futása megváltozott, az árhullámok magassága korábban ismeretlen méreteket öltött. Egy-egy csapadékosabb évben a mentett oldalon található területeket az árvizek és belvizek egyaránt fenyegetik, míg száraz, aszályos időszakban a mezőgazdasági termelés kerül veszélybe.

Világossá vált, hogy ez a természettől eltávolodott állapot nem tartható fenn a folyók környezetében. Szükséges olyan megoldásokat keresnünk, amelyek amellet, hogy az emberek igényeit kielégítik, a természetközeli állapot tartós fennmaradását is lehetővé teszik.

Anyag és módszer

Az ártéri gazdálkodás megismerésében Andrásfalvy Bertalan néprajzkutatónak a Duna menti Sárközben végzett kutatásai alapvető jelentőségűek voltak (Andrásfalvy, 1973; 1975). A tanulmányaiban bemutatott fokgazdálkodás az ember és természet viszonyának egy új megközelítést adta. Véleménye szerint az ártér hasznosításának alapját a mesterségesen készített és rendszeresen karbantartott fokok képezték (1. ábra).



1. ábra A fok működése magas és alacsony vízálláskor (1: ártér, 2: természetes partgát, 3: övzátony, 4: fok, 5: tó, 6: település)

Figure 1. Functioning of ‘fok’ at high and low water level. (1: floodplain, 2: natural levee, 3: point bar, 4: ‘fok’, 5: lake, 6: village)

Ezzel szemben úgy tűnik, hogy a fokok többnyire természetes képződmények voltak. Lehetséges, hogy az ártéren élő, így azt jól ismerő emberek a természetes analógiák alapján maguk is készítettek fokokat, azonban az eredetileg is meglévő medrek használata lényegesen kevesebb erőfeszítést igényelhetett. Ez a megoldás nem zárta ki, sőt inkább hozzá is járult ahhoz, hogy az ártéri gazdálkodás széles körben elterjedhetett az alföldi folyókon a folyószabályozás előtt.

Az ártéri gazdálkodás megismeréséhez és a korábbi környezeti viszonyok megállapításához a történeti földrajz (Frisnyák, 1990) és a történeti ökológia (Sümei, 2003) vizsgálati módszereit és forrásait használtam fel a mintaterületeken.

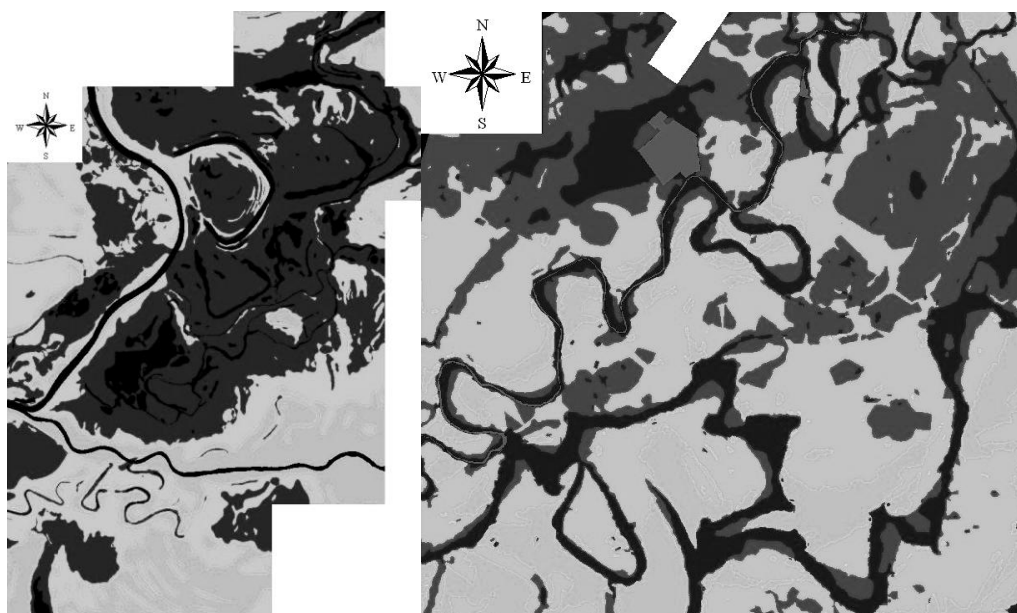
Az előzetes terepi bejárás után Tápé környezetében egy 138 km²-es, Ecsegfalva határában pedig egy 216 km²-es terület digitális domborzatmodelljét készítettem el. Ezeket képezték a geomorfológiai vizsgálatok alapját, valamint a rekonstrukciós modellek kiindulási pontját is. Mindkét helyszínen sor került bolygatatlan minták kinyerésére is, amelyeken komplex üledékföldtani vizsgálatok történtek.

Nagy hangsúlyt kaptak a területekről fennmaradt írott források is. Természetesen a középkori és későbbi oklevelek, határbejárások, leírások között azok voltak a legértékesebbek, amelyek név szerint is megemlítették az egykori ereket, fokokat és tavakat, valamint minden olyan információt is összegyűjtöttem, amely olyan elemet tartalmazott, amiből a környezeti viszonyokra lehet következtetni. Ezeket a XVIII. század végétől kezdve megjelenő térképi ábrázolásokkal is összevettem.

Eredmények

Az elkészült domborzatmodelleken meghatároztam a fél méteres osztályközhöz tartozó terület nagyságát. Ez Szeged-Tápé környékén, a mélyebben fekvő részeken másfél-kétezer hektár, Ecsegfalván három-ötezer hektár között mozog. A szabályozás előtt ezért egy kisebb árhullám egyrészt jelentős területet veszélyeztetett vagy öntött el, másrészt épp a víz nagymértékű szétterülése biztosította a magasabban fekvő részek ármentességét is. Az ártér felosztásában (mély-, alacsony-, magas ártér, ármentes terület) Tápé kataszteri jegyzőkönyve nyújtott támpontokat. A település határát bemutató alapos leírás egyik részlete szerint „az egész Liba legelő többnyire majd

mindig víz alatt vagy”, valamint „többi része ritkán száraz”. Azaz ez a jelenleg a 76,5–77 méteres magasságban található terület a mély és az alacsony ártér határán feküdt. A másik irányból közelítve a Lebő-halom használható fel, amelynek a méretét adják meg a fentebb említett dokumentumban. „A Lebő Sziget térszen egyben 81810 □ öl[t], de a nádas mely benne találtatik 4200 [□ öl], tehát a kaszáló 77610[□ öl]”. Ezt átszámítva a „sziget” 29,20 ha méretű. A domborzatmodellezés során generált halmon a 79,8 méteres szintvonal 29,085 ha nagyságú területet határolt le. Ez a magasság a magas ártér és az ármentes részek határa. A tartósan víz alatt lévő és a többnyire szárazon maradó terület között tehát mindössze három méter a különbség.



2. ábra Az ártér felosztása **a**, Szeged-Tápe; **b**, Ecsegfalva környékén (fekete: mély-, sötétszürke: alacsony-, világosszürke: magas ártér, középszürke: ármentes)

Figure 2. Division of the floodplain around **a**, Szeged-Tápe; **b**, Ecsegfalva (black: bottom, dark grey: low, light grey: high part, middle grey: flood-free)

Extrém körülmények között, időszakosan gyakorlatilag a teljes terület víz alá kerülhetett. Az ármentesítés előtt az 1830-as árvízkor a 80 méter magasságban fekvő tápéi templomban, térdig álló vizet jegyezték fel. Ez a körülbelül fél méteres vízmagasság azt mutatja, hogy az árhullám a 80,5 méteres szintet is elérhette, ekkor csak a Lebő egy része és a szőregi templomdomb maradhatott szárazon. A vizsgált területen tehát a mély ártér 77 méter alatt, az alacsony ártér 77 és 78,5 méter között, a magas ártér 78,5 és 79,8 méter között, az ármentes részek 79,8 méter felett helyezkedtek el (**2a. ábra**).

A Holt-Tisza területén mélyített szelvény felső részén sötétbarna, illetve sárgásbarna agyagos-finom közetlisztes üledék található. Az alsó részen a durvább szemcsék válnak meghatározóvá, felül sárgás színű durva közetlisztes homok, alul szürkés homokos durva közetliszt rakódott le. A teljes hosszban jellemző volt a vasas erek, kiválások, néhol vasborsók jelenléte.

A szelvényben 170–200 cm között világosszürke karbonát- és szervesanyag-mentes, számottevő mennyiségű durvább szemcsét is tartalmazó durva közetliszt található. A fő szállítóközeg a folyóvíz lehetett, azonban a finomabb frakciók meglete nyugodtabb üledékképződést is feltételez. A vízfolyás csak az áradmányvizek levezetésében játszott szerepet. 130–170 cm között sárgás, karbonátmentes, viszonylag csekély szervesanyag-tartalmú homokos üledék rakódott le. A teljes szelvényben itt a legkisebb az agyag- és finom közetlisztartalom. A meder valószínűleg ekkor újra aktívvá vált és jelentősebb mennyiségű vizet vezetett le. 80–130 cm között az

üledékképződés megváltozott, a finom és apró homok, valamint a durva közetliszt fokozatosan csökkent, ezzel párhuzamosan az agyag- és finom közetlisztartalom növekedett, a felsőbb részeken már agyagos finom közetliszt rakódott le. A meder fokozatosan újra feltöltődött, vizet ismét csak áradások idején kapott. A 80–85 cm között megnövekedett durva frakciók is minden bizonnyal egy ilyen árvízi eseményt örökítettek meg. 80 cm felett a finom közetlisztes agyag válik uralkodóvá. Ez az üledék már a vízutánpótlás megszűnése után keletkezhetett, a viszonylag gyorsan feltöltődő mederben. Ez a vízhatás alatt álló üledék a talajosodás során csekély karbonáttartalmú, gyengén humuszos réti talajjá alakult át.

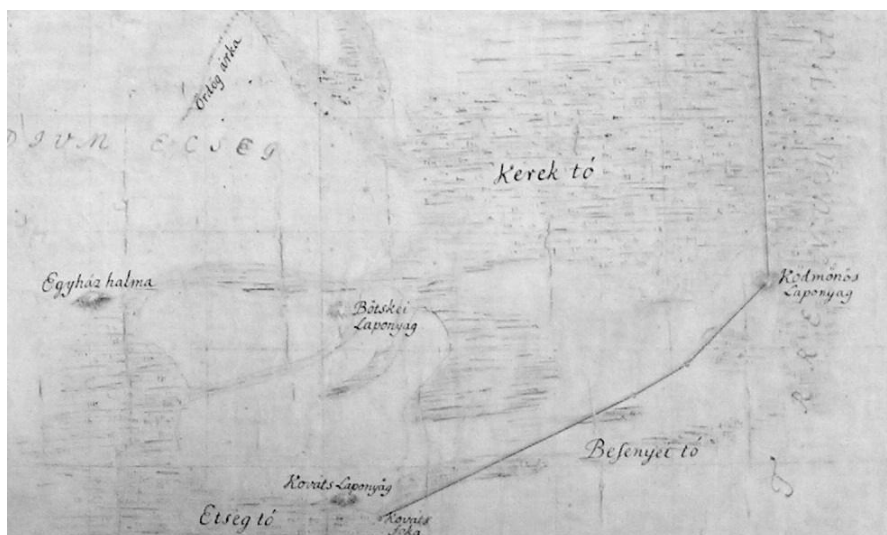
Tápé első említése 1138-ból származik. Ekkor II. Béla írásba foglaltatja saját és apja, Álmos herceg által a Dömösi prépostságnak jutott adományait. Ez az oklevél rendelkezett a Tápé határában lévő Citei (Etei) halastó halászatáról is (Kristó, 1971). Az előírások között szerepelt a tó ki- és bejárati ágának meghatározott időpontban történő nyitása és zárása. A tó halászati jóvedelmének harmada a csongrádi várat illette meg, ezért a rekesztést Győ (Algyő), Csákány (elpusztult falu) és Tápé lakosainak, a Csongrádnak szolgáló halászokkal közösen kellett végezni. A valószínűleg munka- és költségigényes, a halászat sikerességét biztosító rekesz közös megépítése, gondozása mindkét fél számára előnyösebb volt, míg a halak fogását már külön végezték (Szilágyi, 1992). A tatárjárás pusztítása után, 1247-ben IV. Béla a korábban a csongrádi várhoz tartozó, de elnéptelenedett tápéi földeket a szomszédos szegedi polgároknak adományozta, akik megkapták a kihalt Csupor-nemzetség birtokába tartozó Vártó [Warthow] halastavat is. Az elnevezés arra utal, hogy korábban szintén a csongrádi várhoz tartozott, és csak 13. század elején a várbirtokok eladományozása során kerülhetett a Csupor-nembeliekhez (Kristó, 1971). A tó neve több alakváltozatban ugyan, egészen a folyószabályozásig fennmaradt. A 18. század elejétől az iratokban a korábbi elnevezése mellett a Holt-Tisza név is megjelenik [Piscina Vartho alias Holt-tisza nuncupata], ami feltehetőleg arra utal, hogy a tavat a Tisza vize táplálta. Ezután a két nevet párhuzamosan használták, azonban a szegedi vár jelentőségének fokozatos csökkenésével a középkori változat egyre ritkább lett és végül el is tűnt (Inczefi, 1971). A későbbi megnevezés azonban napjainkig is él a Holt-Tisza gátörház nevében. Egy 1744-es iratban a Vár-tavat halban gazdag, mocsaras területként jellemzik, de máshol 100 holdas nyílt vízfelületről tesznek említést. Ez nem jelent feltétlenül ellentmondást, sokkal inkább az ilyen típusú tavak viselkedésének volt a következménye. Ugyanis ezek a tavak nem rendelkeztek határozott tómederrel, hanem területük a folyó áradásainak függvényében jelentősen változott. Ezt támasztják alá a Vártó több térképi ábrázoláshoz fűzött megjegyzések is. A latinul, majd magyar átiratban is megjelenő, valószínűleg egy hosszabb időszakra vonatkoztatott térképfelirat szerint, a tó a Tisza áradásakor igen nagy, máskor pedig száraz (**3. ábra**). Az olyan aszályos időszakokban tehát, amikor a Tisza tartósan nem lépett ki a medréből, nem alakult ki nagyobb vízfelület, máskor pedig egy átlagos év többszörösét is elérhette a kiterjedése. Emellett természetesen a tó nagysága egy adott évben is változott az áradás után eltelt idő függvényében. A tó nevének megváltozása, tehát nem járt jelentőségének csökkenésével, és egészen az ármentesítésig fontos szerepet töltött be a környék gazdaságában. Ezt erősítik meg az 1822-ben megfogalmazott, a Holt-Tisza halászatát szabályzó részletes rendelkezések. Ebben a dokumentumban meghatározták a rekesz állításának idejét és helyét, valamint a rekesztés idejére életbe lépő hajózási korlátozásokat.

A Tápé környéki állóvizek árendájának teljes összege az 1838–39 esztendőben 880 Ft 3 kr volt, amiből egyedül a Holt-Tisza bére 403 Ft 30 krt tett ki (Szilágyi, 1992).

Ecsegfalva környékén az Ecsegpusztát bemutató, 1809-es térkép leírását felhasználva készítettem el az ártér felosztását. Itt a mély ártér 83,6 méter alatt, az alacsony ártér 83,6 és 84,5 méter között, a magas ártér 84,5 és 85,3 méter között, az ármentes terület 85,3 méter felett található (**1b. ábra**).

Az Ecseg-tó területén mélyített szelvény teljes hosszában nedvesen sötétszürke, rétegzetlen, agyagos-közetlisztes rendkívül homogén üledék található, amely nem tartalmazott makroszkóposan felismerhető növénymaradványokat. A terepen a rétegsorban észlelhető egyetlen változás az volt, hogy a szelvény alsó részének színe halványabb.

[piscinae Ecseghtho] és a Besenyő-tó [Bessenyeitho] nevét is. A határjárás során többnyire ténylegesen felállították a földből lévő határjeleket, de Bala felé „a vizek nagy áradása miatt” nem mentek tovább (Benedek, 2000). Ez megjegyzés azért különös, mert egyrészt a határjárást augusztus 16-án, tehát a nyár közepén végezték, másrészt ahogy az 1b ábrán is megfigyelhető, itt az érintett terület magasabb részei fekszenek (1b. ábra bal alsó része).



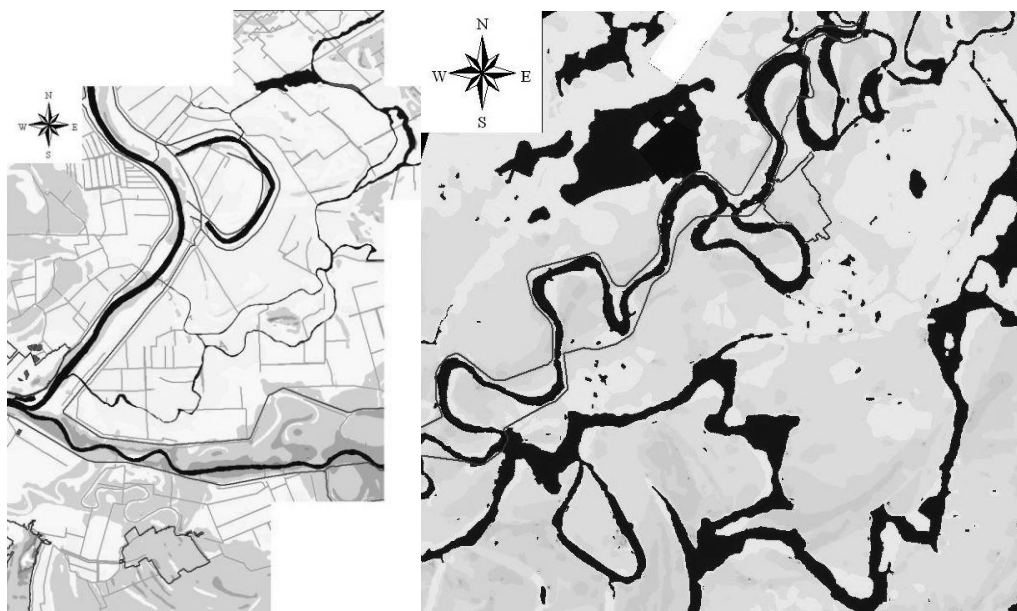
4. ábra Ecsegfalva környéke a 1763-as kéziratostérképen (Szolnoki levéltár SZML T97 kivágat)
Figure 4. Manuscript map extract of the neighbourhood of Ecsegfalva in 1763 (Szolnok County Archives SZML T97)

Hasonlóan gazdag helynevekben az 1754-es Ecseg és Himesd kerüloinek rendtartásáról kiadott magyar nyelvű dokumentum is. A terület nagy részletességgel bemutatott határai és fontosabb tavai mellett több utalás van az itt végzett gazdálkodásra is. Ecseg és a Kérsziget [Kér Sziget] pusztája között az Ecseg-tó képezte a határt. A tó területe egészen a Kovács-fokig a pálos remeték tulajdona volt. Innen a ványai határ kezdődött. A Besenyő-tó [Bessenyei tó] laponyagja még az ecsegi, a tó már a ványai oldalon feküdt. Ennek ellenére a Besenyő-tóban nádat mindkét fél vágathott. A következő jellegzetes határpont Ritka-borz [Ritka-borz]-szigete. Az északi határvonal a Sebes-ér, Pázsit-ér Új [Wi]-ér érintésével a Himesdi-érig futott. A Szőlős [Szölös]-tó és szigete, a Rakoncás [Rakontás]-sziget, a Pázsit-sziget, a Kederesi-sziget, a Mirhó és nádasa, a Kúpnád [Kup-Nád]-sziget valamint a Miso laposa Ecseg területéhez tartozott. A Himesdi pusztája szomszédjai Kaba, Túrkeve, Turkedd [Tur-kedi] és Csudabala voltak. A határait a Himesdi ér, a Berettyó és az Ecseg-tó; a nevezetes határpontokat pedig a vízfolyások találkozási pontjai képezték. A terület használatára csak a túrkevei bérlőknek volt jogosultságuk. A marhák legeltetése mellett, kizárólag ők halászhattak a Berettyóban valamint a fentebb említett tavakban (Benedek, 2002). Ez a dokumentum fontos összekötő kapocs a néhány évvel később megjelent térképek (4. ábra) és a korábbi oklevelek között. Ecseg határvonala megegyezik az 1466-ban rögzített állapottal, ami az 1397-es felmérésen alapult. A közben eltelt 300-350 év alatt a helynevek is változatlan formában fennmaradtak.

Megvitatás

Jelen dolgozat Tápé, illetve Ecsegfalva környezetében fekvő egykori árterületeket vizsgálja. A kapott eredmények alapján kimondható, hogy ezeken a területeken egészen a folyószabályozásig meghatározó volt az ártéri gazdálkodás. A tápéi Vár-tó, valamint az Ecsegfalva környéki tavak halászati szempontból igen jelentősek voltak. Az egykori domborzat

figyelembevételével, a mentett oldali árterek új szemléletű kezelésével nemcsak a természetes állapothoz közelebb, hanem lakott területek árvízi biztonságát is jobban szolgáló védekezési rendszer lenne kiépíthető. Mindkét területen előnyös lenne megfelelő vízállás esetén, akár évente szabályozott formában a mentett oldali ártér legmélyebb részeire vizet kivezetni. Habár a települések elhelyezkedése Tápe határában is lehetővé tenné a bal parti terület részleges elárasztását, az itt folytatott ipari tevékenység miatt ez nem lehetséges. Ezért a közeljövőben csak a ma csatornaként működő érrendszer helyreállítását lehetne viszonylag könnyen megvalósítani. Nagyobb vízfelületet a gorzsai részen található, jelenleg is halastóként funkcionáló tó kiterjesztésével lehetne kialakítani.



5. ábra Az ártér rekonstrukció **a**, Szeged-Tápe; **b**, Ecsegefalva környékén (fekete: elárasztható terület, sötétszürke: települések határvonala, gátak)

Figure 5. Reconstruction of floodplain in **a**, Szeged-Tápe; **b**, Ecsegefalva (black: floodable zone, dark-grey: border lines of villages, dams)

A 240 ha méretű, néhány millió köbméter vizet befogadni képes terület tehát elsősorban nem az árvizek kezelésében, hanem egy kisebb vizes élőhely létrehozásában játszhatna szerepet. Ecsegefalva térségében, a Körös-Maros Nemzeti Park védett területei közelében futó medrek esetében egy kiterjedtebb elárasztás is lehetséges volna. A területen futó egykori medrek jól beágyazottak és egységes vízrendszert képeznek. A mély ártér mellett akár az alacsony ártér elárasztása is megvalósítható lenne a lakott terület veszélyeztetése nélkül (**5. ábra**). A kapcsolódó extenzív gazdálkodás pedig a természetvédelem érdekeivel sem ütközik. A középkori ártéri gazdálkodás elveinek felhasználásával azonban a jelenlegi viszonyokhoz alkalmazkodva, rengeteg olyan információt nyerhetnénk, amellyel más megközelítésbe tudnánk az árvizek Kárpát-medencei szerepét helyezni, és környezetbarát formában hasznosíthatnánk legjelentősebb természeti erőforrásainkat, a termőföldet és a vizeket.

Irodalom

Andrásfalvy B. 1973: A Sárköz és a környező Duna-menti területek ősi ártéri gazdálkodása és vízhasználatai a szabályozás előtt. Vízügyi Történeti Füzetek, 6. Vízdok, Budapest, 64 p.

- Andrásfalvy B. 1975: Duna mente népének ártéri gazdálkodása Tolna és Baranya megyében az ármentesítés befejezéséig. Szekszárd.
- Benedek Gy. 2000: Déványai oklevelek 1332–1523. *Documentatio Historica*, 2: 44–47.
- Benedek Gy. 2002: Jász-Nagykun-Szolnok megyei iratok 1701–1800. *Zounek*, 17: 221–311.
- Benedek Gy. 2004: Túrkeve város oklevelei és iratai 1261–1703 *Documentatio Historica*, 8: 31–32.
- Frisnyák S. 1990: Magyarország történeti földrajza. Tankönyvkiadó, Budapest. 213 p.
- Kristó Gy. 1971: A középkori Tápé. In: Juhász A. (szerk.): Tápé története és néprajza. Tápé Község Tanácsa. p. 47–56.
- Inczei G. 1971: A község belterületének és határának földrajzi nevei. In: Juhász A. (szerk.): Tápé története és néprajza. Tápé Község Tanácsa. p. 847–882.
- Sümei P. 2003: A régészeti geológia és a történeti ökológia alapjai. JatePress, Szeged. 224 p.
- Szilágyi M. 1992: Halászó vizek – halásztársadalom – halászati technika (A tiszai halászat történeti-néprajzi elemzése). *Studia Folkloristica et Ethnographica*, 29: 248 p.

Abstract

POSSIBILITIES IN THE APPLICATION OF FLOODPLAIN MANAGEMENT TOWARDS INCREASING FLOOD SAFETY IN THE MIDDLE TISZA REGION

SÁNDOR MOLNÁR

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences (HAS RISSAC)

H-1022 Budapest, Herman Ottó u. 15., e-mail: molnar@rissac.hu
<http://www.mta-taki.hu>

Although flood safety has increased significantly after the regulation of rivers in Hungary, the extraordinary flood levels of recent years should not be neglected. One of the greatest environmental problems of today in our country is caused by floods, inland waters and droughts. The primary goal of water management nowadays is to retain the spring's excess water in the active floodplain and to carry it off as soon as possible. However, drought will arise only within some months on the protected side as the obstacle to agricultural production. As water is becoming an increasingly valuable resource, its retention is essential. Even if this could be realized by the construction of further river barrages and water reservoirs, the only acceptable solution lies in reconnection of the rivers and their floodplains, and in their sustainable management. Revitalisation of the floodplains is feasible only through cognition of their earlier stage. Detailed historical geographical examination was carried out on two sampling sites (in the surroundings of Ecsegfalva and Szeged-Tápé). Despite the changes caused by the river regulations, observation of the area, preparation of digital elevation model, sedimentological analysis, as well as examination of the written sources and maps has revealed the past of the floodplain. Instead of the recent arable farming practices, restoring of the former floodplain management would be desirable on both sites. Based on my results this is a viable solution. Nevertheless, while Ecsegfalva is surrounded by strictly protected areas, in the neighbourhood of Szeged-Tápé industrial activity is of higher importance. Such an extensive agricultural practice is not against the interests of nature protection. Moreover, it could be included in the protection strategies of the Körös-Maros National Park; therefore it should be established on the largest place possible in the first area. For the moment, on the second area this can not be realised even periodically; carrying off of the water can play a role only in the reconstruction of the former drainage system.

FEJLETT NEM INVAZÍV TECHNOLÓGIÁK ALKALMAZÁSA ALMATERMÉSŰEK VÍZKÉSZLET-GAZDÁLKODÁSÁNAK ÉRTÉKELÉSÉRE

NAGY ATTILA¹, TAMÁS JÁNOS¹, SZABÓ ZOLTÁN², SOLTÉSZ JÓZSEF² és NYÉKI JÓZSEF²

¹Debreceni Egyetem, Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Víz- és Környezetgazdálkodási Tanszék
4032 Debrecen, Böszörményi u. 138., e-mail: anagy@gissserver1.date.hu

²Debreceni Egyetem, Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Kutatási és Fejlesztési Intézet

Összefoglalás

A vizsgálatokat az Pallagi Kertészeti Kísérleti Telepeken, mikroöntöző rendszerrel ellátott, intenzív termesztésű alma gyümölcsösében végeztük. Egy nagy kiterjedésű ültetvényben naprakész információra van szükség a növények vízellátottságát illetően. A növények vízzel szembeni reakciója már jóval a káros vízhiány vagy víztöbblet kialakulásakor megkezdődik. Olyan élettani stressz folyamatok indulnak be, amelyeket kezdeti fázisban nem lehet vizuálisan észlelni. A távérzékelés, amely nem közvetlen fizikai kontaktuson alapul, akár terepi, akár légi úton gyorsan és a teljes agro-ökológiai felületről nyújt értékelhető információt. A területi és spektrális információk bővülésével különösen informatív adatokat kaphatunk, olyan spektrális tartományokban, amelyek az emberi szem számára nem észlelhetők. Magyarországon 2008 óta kutatási feladatokra elérhető az AISA DUAL hiperspektrális légi kamera, amelyet a Debreceni Egyetem és az VM GKI üzemeltet. A maximálisan 490 csatorna akár 1 m²-es felbontással is készít légi felvételeket, 400–2450 nm tartományban. Ezeket a felvételeket kalibrálási céllal kiegészítettük földi mintavételezéssel. A terepi levélminta vételezése során kiválasztott különböző almafajták leveleinek reflektancia értékeit ALTA és AvaSpec 2048 kézi spektrométerrel is mértük. Hiperspektrális felvételre alapozva vizsgáltuk a lombzat állapotát és vízellátottságát Normalizált Differencia Vegetációs Index (NDVI) és Víz Tartomány Index (Water Band Index – WBI) értékek meghatározásával. A hiperspektrális adatok, több olyan vegetációs stressz index kiszámítását teszik lehetővé, amely légi úton teszi lehetővé az egész ültetvény környezeti állapotának értékelését.

Kulcsszavak: levél reflektancia, Alta II, AvaSpec spektrométer

Bevezetés

Az éghajlat a kertészeti kultúrákat jelentősen befolyásoló tényező, amely nemcsak feltételrendszere és erőforrása a termesztésnek, hanem éven belüli és évek közötti változékonysága révén kockázati tényezője is annak (Varga-Haszonits és Varga, 2004). A növénytermesztés természetes vízigénye – a csapadék – csaknem mindig kevesebb a kívánt termés eléréséhez szükséges mennyiségnél (Dawson, 1993). Márpedig a kielégítő mennyiségű víz a növényi életfolyamatok, a fejlődés és a termésképzés elengedhetetlen feltétele (Steudle, 2000). A korszerű – fenntartható – biomassza-termelésben megkülönböztetett jelentősége van a termésbiztonságnak, a termesztési kockázatok csökkentésének, a szélsőséges vízháztartási és ökológiai stresszhelyzetek megelőzésének, kiküszöbölésének, mérséklésének. A víz adja többek között a fotoszintézis egyik alapanyagát, biztosítja a növény testének megfelelő hűtését és a talajból a tápanyagok kivonását, szállítását (Lawlor és Cornic, 2002).

Az időjárástól és növényfajtól függően a termesztett haszonnövények az évek többségében mesterséges vízutánpótlásra, öntözésre szorulnak (Knox et al., 1996). Amennyiben a talaj nedvességekészlete bőséges, s így a vízhiány nem korlátozó tényező, akkor a növényzet által elpárolgott vízmennyiség a rendelkezésre álló sugárzási energia mennyiségétől, a levegő

hőmérsékletétől és páratartalmától, valamint a szélétől függ. A kifejlett és jó vízellátottságú növényállományok közel ugyanannyi, vagy több vizet párologtatnak el, mint a szabad vízfelszín (Fuchs et al., 1987).

Mint a növényfajoknál általában, az almatermésűeknél is lehet mérni a vízellátottságot a levéllemez reflektancia tulajdonságai alapján távérzékelési módszerekkel is. Akár egy heterogén vízkészletű területen fekvő almaültetvényben is meghatározhatóak a különböző vízellátottságú egyedekre jellemző reflektancia spektrumok, illetve az alma gyümölcsfajfajtákra jellemző referencia spektrumok. A vizsgált egyedek vízellátottságán túl a reflektancia spektrumok további alapot nyújthatnak egy ültetvény különböző vízellátottságú területeinek távérzékelési módszerekkel történő feltérképezéséhez.

Az egyes gyümölcsfa fajok eltérő reflektancia görbéi abból adódnak, hogy a klorofill erősen elnyeli a 450–670 nm közötti hullámhossztartományt, míg a közeli infravörös tartomány (NIR) felé haladva 700 nm-nél az egészséges gyümölcsfa levélzet visszaverődése ugrásszerűen megnőtt. Emellett a stresszhatásnak ki nem tett növényeknek a NIR tartományban magas, míg a vörös színtartományban alacsony a reflektancia értékük.

Egy gyümölcsöst távérzékelte adatok alapján is vizsgálni lehet, olyan felvételekkel, amelyekkel a visszavert napsugárzás számos (több száz) szűk (néhány nm) intervallumú spektrális csatornára bontható. Az ilyen hiperspektrális felvételek alapján számolt különböző indexszámokkal a lombzat állapota, vízellátottsága jól jellemezhető. Az NDVI (Normalised Difference Vegetation Index) például a távérzékelésben igen elterjedt, a fotoszintetikusán aktív vegetációt mutatja meg (Rouse et al. 1974), amelynek alapja, hogy a levél klorofill erősen elnyeli a 450–670 nm közötti hullámhossztartományt. Az infravörös tartomány felé haladva 700 nm-nél az egészséges növényzet visszaverődése ugrásszerűen megnő. A 700–1300 nm közötti sávban az egészséges növényzet a beérkezett energia 40–50%-át visszaveri. A növényzet visszaverő képessége a 700–1300 nm közötti sávban főleg a levélzet belső szerkezeti sajátosságából következik (Berke et al., 2004). Egy másik fontos indexszám a Víz Tartomány Index (Water Band Index – WBI), amely a lombzat víztartalmára érzékeny viszonyszám (Champagne et al., 2001). Ahogy nő a lombzat víztartalma, úgy nő a fény elnyelődése (abszorpciója) a 970 nm-es tartományban a 900 nm-eshez képest.

Anyag és módszer

A vizsgálatokat az Pallagi Kertészeti Kísérleti Telepeken, mikroöntöző rendszerrel ellátott, intenzív termesztésű alma gyümölcsösében végeztük. A levélmintákat integrált- és biotermesztésben lévő Gála, Remo, Gála Must, Idared, Jonagold almafajták egyedeinek mind keleti, mind nyugati égtáj felé eső ágairól, 120 cm-es magasságból vettük, fajtánként három egyedről. Egyedenként öt-öt levélmintát gyűjtöttünk be és ALTA II és AvaSpec 2048 kézi spektrométerrel mértük a reflektanciájukat, továbbá rendelkezésünkre állt a területről 2009-ben készült hiperspektrális felvétel is. A reflektanciaspektrumokat kézi, ALTA II. típusú spektrométerrel 11 ponton (470, 525, 560, 585, 600, 645, 700, 735, 810, 880, 940 nm), az AvaSpec 2048 spektrométerrel 400–1000 nm-es intervallumban (1 nm-es pontossággal mérhetőek) vettük fel. Az AvaSpec 2048 spektrométerhez tartozik még egy halogén fényforrás, illetve száloptika (**1. ábra**).

A Gödöllői FVM MGI intézet és a Debreceni Egyetem AMTC Víz- és Környezetgazdálkodási Tanszéke együttműködésének eredményeképpen sikerült egy AISA DUAL rendszerű hiperspektrális szenzort beszerezni és a 2006. évben üzembe állítani. A hiperspektrális szenzorok legfontosabb elemei a spektrográfok, melyek az optikai résen beérkező elektromágneses hullámokat prizmák és optikai rács segítségével felbontják különböző hullámhosszú sávokra. A hiperspektrális szenzor egy optikából, egy spektrográfból és egy digitális kamerából áll. A két hiperspektrális szenzor egy házba került összeépítésre, ezért nevezik AISA DUAL rendszernek. A két kamera a látható fénytartományt (visible wavelengths), a közeli infra tartományt (near infrared), valamint a rövidhullámú infra tartományt (short-wave infrared) érzékeli.



1. ábra Az ALTA II és AvaSpec 2048 spektrométer
Figure 1. The ALTA II and AvaSpec 2048 spectrometer

Technikai információk az AISA DUAL hiperspektrális rendszerről (**1. táblázat**):

- push-broom hiperspektrális képalkotó szenzor száloptikás sugázmérővel (FODIS);
- miniatűr integrált GPS/INS szenzor, amely a repülőgép pozíciójának, magasságának, pillanatnyi helyzetének (pitch, roll, yaw) meghatározására szolgál;
- kompakt PC-alapú adatgyűjtő és mobil tárolóegység;
- ENVI-be integrált CaliGeo előfeldolgozó szoftver a spektrális és geometriai korrekciók elvégzésére.

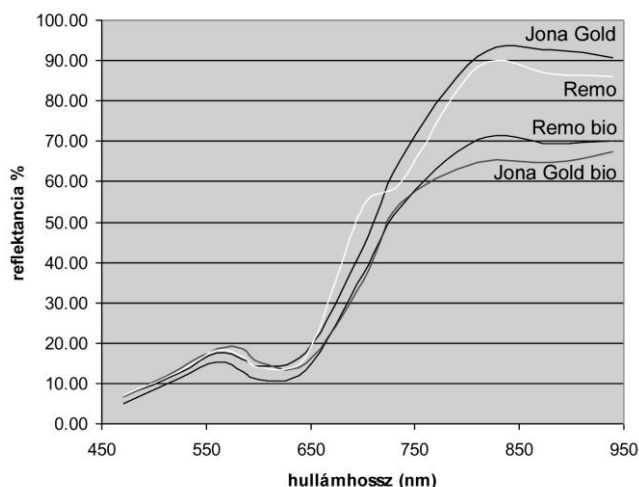
A hiperspektrális kép paraméterei:

- Hullámhossz: 400–2450 nm (EAGLE: 400–970 nm és HAWK: 970–2450 nm)
- Spektrális mintavétel: 1,2–10 nm
- Földi felbontás: 0,4–3 m (repülőgéppel)

Az Eagle kamera a látható és a közeli infratartományban (VNIR), míg a Hawk közép infratartományban (SWIR) képes képalkotásra. A kettő kamera együttes kiépítése révén egy DUAL rendszer lett üzembe állítva. A teljes sáv szélesség 400–2450 nm, amelyet 1,25–10 nm csatornaszélességekre és maximálisan 498 csatornára lehet programozni. A két szenzort lehet külön-külön is üzemeltetni, így például, ki lehet használni a nagyobb felbontású (1024pixel) VNIR szenzor adta szélesebb sáv szélességet. A rendelkezésre álló adatok alapján, többek között, az úgynevezett Víz Tartomány Index (Water Band Index – WBI) és NDVI számolható. A WBI egy olyan a lombzat víztartalmára érzékeny viszonyszám, amelyet a következő képlet ad meg: $WBI = \delta_{900} / \delta_{970}$. A klorofilltartalommal szoros összefüggést mutató NDVI értékeit a közép infravörös (NIR, 730–1100 nm) és a vörös (R, 580–680 nm) hullámhossztartományok felhasználásával, az $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ formula segítségével számítottuk ki.

Eredmények

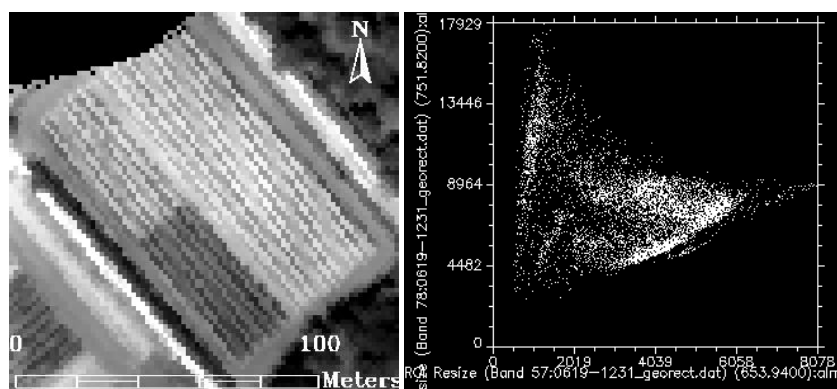
Az azonos termesztéstechnológiájú almafajták reflektancia értékei között szignifikáns eltérés ($p > 0,05$) nem volt tapasztalható sem az ALTA II sem a sokkal jobb spektrális felbontású (1060 csatorna) AvaSpec 2048 kézi spektrométeradatai alapján. Erre magyarázatot az azonos kor, termőhely, termesztéstechnológia és a fajták levéllemezeinek hasonló felépítése és jellege ad. Azonban az egyes fajtán belül az integrált és biotermesztésű egyedek között jelentős az eltérés, különösen a közeli infravörös (NIR) tartományban (**2. ábra**). Ez annak köszönhető, hogy a biotermesztésű egyedek levéllemezein különböző baktériumok és gombák okozta kórképek találhatók.



2. ábra A Jona Gold és Remo fajtán belüli spektrális eltérés
Figure 2. Spectral differences between Jona Gold and Remo

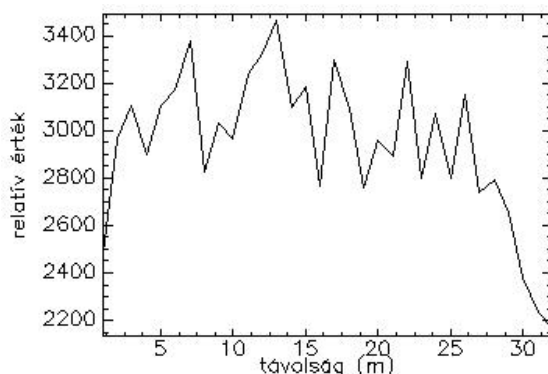
Az egyes gyümölcsfa fajok eltérő reflektancia görbéi abból adódnak, hogy a klorofill erősen elnyeli a 450–670 nm közötti hullámhossztartományt, míg a közeli infravörös tartomány (NIR) felé haladva 700 nm-nél az egészséges gyümölcsfa levélzet visszaverődése ugrásszerűen megnőtt. Emellett a stresszhatásnak ki nem tett növényeknek a NIR tartományban magas, míg a vörös színtartományban alacsony a reflektancia értékük.

A hiperspektrális kép elemzésekor elsőként kivágtatott készítettünk a vizsgálati területről, majd kiszűrtük a hibás csatornákat az NDVI-hoz szükséges vörös és infravörös (NIR) tartományban (**3. ábra**).



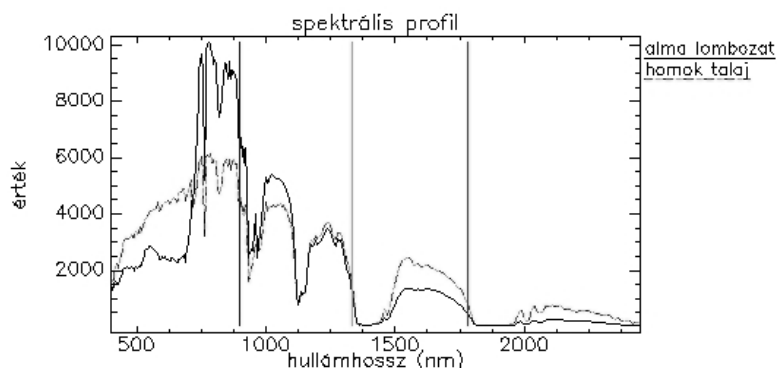
3. ábra Alma gyümölcsös és a vörös és infravörös csatornák szóródás diagramja
Figure 3. Apple orchard and the scatter plot of a RED and NIR channel

A területről a NIR tartomány 956 nm-es hullámhosszon spektrális keresztmetszetet is készítettünk. Ezen jól látszanak az alma gyümölcsös alacsony, illetve magas evapotranspirációval rendelkező, nagyobb biomasszájú, jobb vízellátottságú egyedek (**4. ábra**). Az ábrán megjelenő csúcsok a nagyobb biomasszához tartoznak.



4. ábra A 956 csatorna térbeli profilja az alma gyümölcsösben
Figure 4. Spatial profile of the 963 nm channel in apple orchard

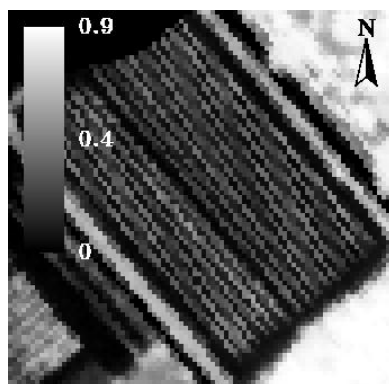
A mintaterületről számos reprezentatív pontból nyertünk ki reflektancia spektrumot további elemzés céljából. Spektrálisan jól elkülöníthetők az alacsonyabb és a magasabb lombozattal rendelkező egyedek, különösen a vörös és a közeli infravörös tartományokban. A spektrális profilok 1 pixelnyi ($2,25 \text{ m}^2$) területre jellemző reflektancia görbe. Természetesen spektrálisan jól elkülöníthető a különbség figyelhető meg a gyümölcsfa lombozata és a termőtalaja (homoktalaj) között, különösen a látható és a közeli infravörös tartományokban (**5. ábra**).



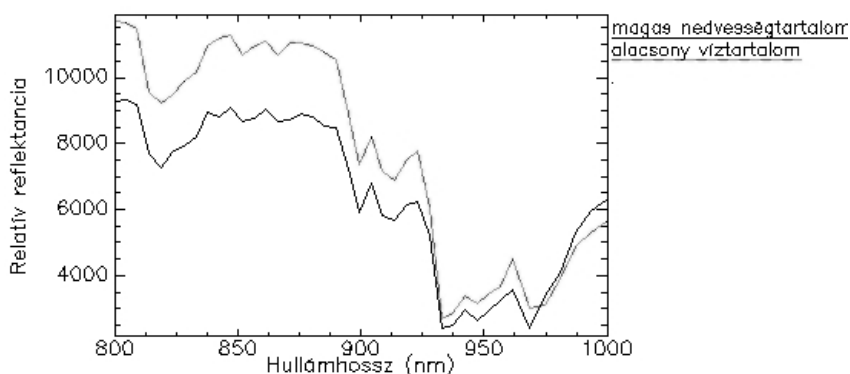
5. ábra Homoktalaj és a lombzat spektrális profilja
Figure 5. Spectral profile of soil and canopy

Normalizált Differencia Vegetációs Indexet (NDVI) is számítottunk, amellyel a fotoszintetikusan aktív vegetációt vizsgáltuk. Az NDVI érték általában -1 és 1 között változik, 0 és 0,2 között általában kopár felszín, a felett pedig vegetáció található. A vizsgálati területünkön is jól elkülöníthetők a különböző biomassza nagyságot képviselő pixelek. Ennek jelentősége, hogy a biomassza nagyság például szorosan összefügg a gyümölcsfa transzpirációjával, így a gyümölcsös evapotranspirációja is pontosabban meghatározható, az ahhoz szükséges növényi tényező értéke (k_c) pedig meghatározható. A pallagi mintaterületen a minimum érték 0,14, a maximum érték 0,89 volt (**6. ábra**).

Csakúgy, mint Tamás és Szabó (2010) vizsgálatai során szintén a 900 nm-es csatorna volt érzékeny vízstressz indikátor, azonban a nevezőben a 930–940 nm tartomány inkább alkalmazandó, hiszen a reflektancia görbe ott mutatott minimumot ellentétben a szakirodalmi 970 nm-es csatornával (**7. ábra**).



6. ábra Az almás NDVI képe
Figure 6. NDVI of the apple orchard



7. ábra A vízstresszel kapcsolatos spektrális intervallum
Figure 7. Spectral interval concerning water stress

A fenti ábra alapján a körte esetében $WBI = \delta_{889} / \delta_{932}$ csatornák reflektancia értékei pontosabb eredményt adtak.

Köszönetnyilvánítás

Kutatásainkat a NKTH GYUM2008; BIODEB08; KLIMA09 GVOP 3.1.1-2004-05-0087/3, FVM31174/1/2008 pályázatok támogatták.

Irodalom

- Berke J., Kelemen D., Szabó J. 2004: Digitális képfeldolgozás és alkalmazásai. PICTRON Kft. Keszthely. DVD kiadvány.
- Champagne, C.E., Pattey, A., Bannari, I.B. 2001 : Mapping Crop Water Status: Issues of Scale in the Detection of Crop Water Stress Using Hyperspectral Indices. In: Proceedings of the 8th International Symposium on Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing, Aussois, France. p. 79–84.
- Dawson, T.E. 1993: Hydraulic lift and water use by plants: implications for water balance, performance and plant-plant interactions. *Oecologia*, 95: 565–574.
- Fuchs, M., Cohen, Y., Moreshet, S. 1987: Determining transpiration from meteorological data and crop characteristics for irrigation management. *Journal of Irrigation Science*, 2: 91–99.

- Knox, J.W., Weatherhead, E.K., Bradley, R.I. 1996: Mapping the spatial distribution of volumetric irrigation water requirements for maincrop potatoes in England and Wales. *Agricultural Water Management*, 31(1–2): 1–15.
- Lawlor, D.W., Cornic, G. 2002: Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant, Cell & Environment*, 25(2): 275–294.
- Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W., Harlan, J.C. 1974: Monitoring the vernal advancement and retrogradation (Green Wave Effect) of natural vegetation. NASA/GSFC Type III Final Report. Greenbelt, MD. 371 p.
- Steudle, E. 2000: Water uptake by roots: effects of water deficit. *Journal of Experimental Botany*, 51(350): 1531–1542.
- Tamás J., Szabó Z. 2010: Hyperspectral evaluation of the pear trees on the basis of genetic collection of different species. *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*.
- Varga-Haszonits Z., Varga Z. 2004: Az éghajlati változékonyság és a természetes periódusok. „Agro-21” Füzetek, 37: 23–32.

Abstract

APPLICATION OF ADVANCED NON INVASIVE TECHNOLOGIES FOR ASSESSING THE WATERMANAGEMENT OF POMACEOUS ORCHARDS

ATTILA NAGY¹, JÁNOS TAMÁS¹, ZOLTÁN SZABÓ², JÓZSEF SOLTÉSZ², JÓZSEF NYÉKI²

¹University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management Department of Water and Environmental Management

H-4032 Debrecen, Böszörményi u. 138. Hungary, e-mail: anagy@gissserver1.date.hu

²University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Research and Development

This research was carried out in a micro irrigated intensive cultivated apple orchard at Farm and Regional Research Institute in Pálgó of the University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Economic Science. In a large orchard, real time data is needed for estimating the optimal water supply. The effect of water on plant species appears far before the formation of drought or excess water. Such a physiological stress symptoms appears, that can not be observed visually. With the use whether field portable or airborne of remote sensing, which based on non direct physical contact, detailed information can be obtained very fast on the whole agro ecological environmental of the examined field. Due to the increasing spatial and spectral resolution very professional and informative data can be achieved in such spectral intervals, which are not visible for the human eyesight. For this kind of research purposes the AISA DUAL hyperspectral camera is available in Hungary since 2008. This camera can produce images between 400-2450 nm spectral intervals within max 490 channels and even 1 m² spatial resolution. The images were calibrated based on the results of field works. Concerning field sampling, the reflectance spectra of the chosen apple species were measured by ALTA and AvaSpec 2048 portable spectrometer. Based on the hyperspectral image, the status and water balance of the apple canopy was examined with the determination of the Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) and Water Band Index (WBI). Several further indices can be calculated on hyperspectral images, with which the complex environmental assessment of the orchard can be carried out.

ÉGHAJLATI ANOMÁLIÁK SZEREPE GYÜMÖLCSÖSÖK TÁPLÁLKOZÁSI ZAVARAINAK KIALAKULÁSÁBAN

NAGY PÉTER TAMÁS¹, KINCSES SÁNDOR¹ és SOLTÉSZ MIKLÓS²

¹Debreceni Egyetem, Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Agrokémiai és Talajtani Tanszék

4032 Debrecen, Böszörményi út 138., e-mail: nagyp@agr.unideb.hu

²Kecskeméti Főiskola, Kertészeti Főiskolai Kar Gyümölcs- és Szőlőtermesztési Intézet, Kecskemét

Összefoglalás

Az agrokémiai kutatásoknak hagyományosan, már a kezdetektől fontos területe volt a tápanyag-ellátottsági problémák miatt fellépő hiány- és többlettünetek diagnózisa. Az 1840-es évektől kezdődően rendelkezünk egy vagy több ásványi anyaggal való hiányos ellátottság tüneteit leíró közleményekkel. Az elmúlt mintegy 170 év alatt rengeteg vizsgálat irányult a táplálkozási anomáliák okainak felderítésére, tüneteik leírására, orvoslásuk megoldására. Ennek ellenére a témakör napjainkban is aktuális. Sőt, az agrotechnika színvonalának növekedése, az egyes tudományágak ismeretanyagának hihetetlen bővülése ellenére a termesztésviszonyainkban uralkodó állapotok miatt talán még aktuálisabb, mint valaha. Az elmúlt néhány évtizedben ugyanis rendkívüli változások következtek be a növénytermesztés technológiájában. Különösen érvényes ez a megállapítás a gyümölcsstermesztésre. Napjaink gyümölcsstermesztőinek ugyanis fokozott és egyre növekvő piaci, fogyasztói, természet- és környezetvédelmi elvárásoknak és előírásoknak kell megfelelniük. Ez csak akkor lehetséges, ha fokozott hangsúlyt fektetnek a gyümölcsminőséget és mennyiséget alapvetően befolyásoló tápanyag-utánpótlásra. Természetesen nehéz megbecsülni, hogy a táplálkozási anomáliák okozta termés kiesés és minőségromlás milyen számszerűsíthető károkat okoz az ágazatnak. Az viszont tény, hogy ezek kialakulásával a jövőben is hatványozottan számolnunk kell. A klimatikus anomáliák növekvő száma, intenzitása, a szárazabb zóna eltolódása; a szakszerűtlen tápanyagpótlás; az ültetvény-intenzifikáció; a terméskényszer és a tőkehiány elősegíti a táplálkozási anomáliák kialakulásának veszélyét. Ezen tényezők miatt napjainkban különösen aktuális az éghajlati anomáliák növénytáplálási hatásairól beszélni.

Kulcsszavak: gyümölcsstermesztés, klimatikus anomáliák, tápanyagfelvétel

Bevezetés

Az agrotechnika színvonalának növekedése, az egyes tudományágak ismeretanyagának hihetetlen bővülése ellenére a termesztésviszonyainkban uralkodó állapotok (a klimatikus anomáliák növekvő száma, intenzitása, a szárazabb zóna eltolódása; a szakszerűtlen tápanyagpótlás; az ültetvény-intenzifikáció; a terméskényszer és a tőkehiány) miatt talán még aktuálisabb, mint valaha. Ezen tényezők miatt úgy érzem napjainkban különösen aktuális a nem megfelelő tápanyagpótlás káros hatásairól beszélni.

Napjainkban a minőségi növény- és gyümölcsstermesztés nem képzelhető el termőhely és termesztett növény orientált tápanyag-gazdálkodás nélkül. Az optimális ültetvénykondíció kialakítása a kedvezőtlen időjárási tényezők hatásainak kiküszöbölésében, mérséklésében alapvető fontosságú. A nem harmonikus tápanyag-ellátottság növeli a stresszhelyzetekre való fogékonyságot. Éghajlati anomáliák révén azonban optimalizált tápanyagpótlás esetén is kialakulhat tápanyaghány vagy többlet. Természetesen nehéz megbecsülni, hogy az éghajlati anomáliák okozta termés kiesés és minőségromlás milyen számszerűsíthető károkat okoz az ágazatnak. Az viszont tény, hogy ezek kialakulásával a jövőben is hatványozottan számolnunk kell.

Anyag és módszer

Táplálkozási zavarokat okozó tényezők

Általánosan egy adott termőhelyen a következő tényezők okozhatják a termesztett növény tápanyaghiányát, illetve többletét:

- talajtényezők,
- a termesztett növény sajátosságai, állapota,
- időjárási tényezők,
- agrotechnikai tényezők.

A fentebbi tényezőkhez tartozó klorózist okozó legfontosabb sajátosságok az **1. táblázat**ban láthatók.

Talajtényezők	Növény sajátosságok	Időjárási tényezők	Agrotechnikai tényezők
Kevés az összes tápanyag	Faj/fajta/alany	Fagy, jég (tél, tavasz, ősz)	Helytelen trágyázás
Kevés a felvehető tápanyag	Egészségi állapot (gyökérsérülés, csonkulás, csonkítás egyéb klorózisok)	Időszakos felmelegedés (télén)	Helytelen öntözés
pH	Öregedés	Elhúzóódó ősz	Helytelen talajművelés
Red-oxi sajátosságok	Növénybeli ionantagonizmus	Aszály	Helytelen növényvédelem
Tápanyag-aránytalanság	Megbomlott vegetatív-generatív egyensúly	Sok csapadék: - huzamosan - gyorsan	Helytelen metszés
Nehézfém-tartalom		Egyenlőtlen csapadékeloszlás	
Humusztartalom			
Nedvességtartalom			
Erózió, defláció, mállás			
Szerkezet, kötöttség			

1. táblázat Tápanyag-ellátási anomáliák legfontosabb okai
Table 1. Main reasons of nutrient disorders

Ezen tényezők közül az időjárási hatások szerepe az utóbbi évek növekvő számú és mértékű klimatikus anomáliái miatt növekszik. Az utóbbi évek extrém időjárási viszonyai (május eleji fagyok, nyár közepi aszály, őszi téli csapadékbőség, enyhe tél stb.) rámutattak, hogy a termés kiesés mértéke – termőhelytől függően – akár 100%-os is lehet. Az elmúlt mintegy ötven év gyümölcsminőséggel foglalkozó szakirodalmi megállapításainak végső rezüméje az volt, hogy a termőhely megválasztásával a különböző éghajlati extrémítások döntően kiküszöbölhetőek. Ma már, ez az állítás kevésbé állja meg a helyét. Az éghajlati extrémítások olyan termőhelyeken is megjelennek, ahol korábban nem, vagy csak kevésbé voltak jellemzőek. Lassan meg kell tanulnunk ezekkel a hatásokkal együtt élni és a már bevált gyümölcs termesztési technológiákat finomítani, korrigálni ezekhez az eseményekhez, mint befolyásoló tényezőkhez (Nagy, 2009a).

Az éghajlat változása, a váratlan időjárási események gyakoriságának, valamint az anomáliák mértékének növekedése az egész világon egyre több problémát okoz a gyümölcs termesztőknek. Hazánkban a szélsőséges időjárású évek különböző gyakorisággal, rendszertelenül és nagyon nehezen becsülhetően fordultak elő az elmúlt ötven évben. Tény viszont,

hogy a fagyos és aszályos évek előfordulási gyakorisága az utóbbi tíz-tizenöt évben növekedett. Antal (2003) szerint 2050-ig a következő időjárási változásokra számíthatunk:

- nyáron 0,8 °C, télen 1–2,5 °C hőmérséklet-emelkedés,
- 10%-os napfénytartam-növekedés,
- 20–100 mm közötti csapadécsökkenés,
- a vegetációs periódus 10 napos meghosszabbodása.

Különböző elemzések (szcenárióanalízis) és gyakorlati tapasztalatok alapján valószínűsíthető, hogy a hazai gyümölcstermelésre döntő befolyással nem a hőmérséklet növekedése, hanem az extrém időjárási jelenségek gyakorisága és kiszámíthatatlansága lesz (Soltész et al., 2006; Soltész et al., 2008; Nagy, 2009a; Nagy et al., 2009b,c). Ezek következtében az alábbi hatások valószínűsíthetők a hazai gyümölcsstermesztésben (Soltész et al., 2006 alapján):

- aszályok gyakoriságának, intenzitásának növekedése,
- a fokozódó transzspirációval nő a fák vízigénye,
- a csökkenő csapadék miatt romlik a fák vízigényének kielégítési kondíciói,
- nő az öntözés iránti igény, romolhat az öntözővíz minősége,
- csökken a termésbiztonság,
- gyümölcsstermesztési zónák határvonalának eltolódása.

A hatásokat előre, pontosan megjósolni nem lehet, azonban a fajok, fajták megválasztásánál, a termőhelyek kijelölésénél, a termesztéstechnológia kialakításánál és abban a tápanyagpótlás tervezésénél az éghajlati változások, anomáliák hatását a jövőben mindenképpen figyelembe kell venni, a versenyképes termelés érdekében (Nagy, 2009a).

Az extrém időjárási események minél pontosabb előrejelzése, az okozott károk felmérése, a fák fagy- és szárazságtűrésének szabadföldi és laboratóriumi tesztelése közös feladata a természetnek, kutatónak és döntéshozónak egyaránt (Soltész et al., 2006).

A fentebbi a hatások alapvetően érintik a gyümölcsösök tápanyagpótlását, tápanyag-gazdálkodási stratégiáját. Éppen ezért az éghajlati anomáliákhoz igazodó tápanyag-utánpótlási koncepciót kell kidolgozni a klímaváltozás káros hatásainak kivédésére.

Az időjárási tényezők (napfénytartam, hőmérséklet, csapadék, szél) alapvetően befolyásolják mind a talaj tápanyag-szolgáltatását mind a növény tápanyagfelvételét. Hatásuk a fák tápelemtartalmára, terméshozására és minőségére, igen bonyolult és összetett, amit a váratlan időjárási események bekövetkezése tovább bonyolít. Az időjárási tényezők hatásai közül a vízellátottsági és hőmérsékleti tényezők tekinthetők a legfontosabbaknak. Terjedelmi okok miatt jelen tanulmányban csak a vízellátottsági problémák okozta tápanyag-felvételi zavarokkal foglalkozunk részletesen.

Vízellátottsági problémák által kiváltott tápanyag-felvételi zavarok

A gyümölcstermő növények táplálkozásában a vízellátási problémák (túl sok vagy túl kevés felvehető víztartalom) jelentős hatással vannak a termés mennyiségére és minőségére. Különösen érvényes ez hazánkra, mert gyümölcsstermesztésünk nagymértékben függ a rendelkezésre álló vízmennyiségtől, annak felvehetőségétől és a vegetációs periódusban való kedvező eloszlásától (Várallyay, 2006; 2008).

Az elmúlt ötven évben kimutathatóan csökkent az évi csapadékmennyiség, eloszlása kedvezőtlenebbé vált (Lakatos et al., 2005b). A lehulló csapadék mennyisége várhatóan a jövőben sem lesz több, sőt valószínűsíthető, hogy a Kárpát-medencében és elsősorban annak alföldi régióiban tovább csökken (Bartholy et al., 2008; Várallyay, 2008). Továbbá az egyszerre lehulló csapadékmennyiség egyre jelentősebb extrémításokat mutat, ugyanakkor a nyári hőségperiódusok egyre gyakrabban és hosszabban jelentkeznek. Mindezek eredményeképp a talajszárazság fokozódik, szélsőséges vízháztartási helyzetek alakulnak ki és a talajvízszint sok helyen tovább süllyed (Soltész et al., 2004; Nyéki et al., 2005; Soltész et al., 2005; Várallyay, 2008). Ma már egyértelműen kijelenthető, hogy vízkészleteink korlátozottak.

Csapadékhány

A talajon keresztüli tápanyagfelvétel előfeltétele a talaj megfelelő nedvességtartalma. A növények a tápanyagokat elsősorban oldott formában veszik fel (lásd fentebb). A csapadékelátottságnak éppen ezért a talajnedvességen keresztül van szerepe a tápanyag-felvételi zavaroknál. A tápelemfelvétel további feltétele, hogy a tápanyagoknak el kell jutniuk a gyökér tápanyagfelvevő felületéhez. A gyökérfelszínhez érkező tápanyagok mennyisége függ a vízmozgás sebességétől, a vízben oldott tápanyagok koncentrációjától és a növény vízfogyasztásától. A talaj nedvességtartalmának csökkenésével csökken a vízmozgás sebessége és az oldott tápanyagok gyökérfelülethez történő áramlása, ami akut szélsőséges esetben krónikus tápanyaghányt idézhet elő. Ezen túl azonban nemcsak az odajutás, hanem a gyökérfelületen történő felvétel is függ a talaj víztartalmától. A gyökérkörnyezet tápanyag-koncentrációja a tápanyagmozgás és a növényi felvétel sebességének egymáshoz viszonyított nagyságától függ. A gyökér tápanyagfelvétele pedig a talajoldat koncentrációjától, mivel a membránon való átjutás a koncentráció gradiens függvénye. A tápanyagok gyökérfelülethez juttatásában és felvételükben a talajban, nagy számban élő mikroszervezetek is hozzájárulnak. A nem megfelelő (túl száraz vagy túl nedves) viszonyok ezek életfeltételeire is hatással van, így végső soron a tápanyagok felvehetősége mozgékonyaságuktól és a talajban uralkodó feltételektől, egyaránt függ.

A gyümölcstermő növények természetesen eltérő vízigényűek. A birs, alma, körte, szilva vízigénye jóval nagyobb, mint a cseresznye, meggy, kajszi és őszibaracké. Természetesen megint más a bogysók vízigénye. A gyökérzet zavartalan fejlődéséhez a talajban mindig bizonyos fokú nedvességre van szükség. A csapadékhány hat a gyökérnövekedésre. Szárazabb talajon a fák nagyobb tömegű gyökérzetet nevelnek, így a föld alatti és feletti részek súlyaránya eltolódik a gyökérzet a nedvesebb talajfoltok felé nő (Papp és Tamási, 1979). A gyökerek szívóereje a talajvízkészlete szerint változik. Jó vízellátottság esetén kisebb, aszálykor nagyobb. Hosszan tartó aszály esetén a növekvő szívóerő azonban nem érvényesül, a talaj erősen kötött vízkészletét (holtvíztartalom) a növény nem tudja felvenni, elfonnyad, majd kipusztul. Az aszálytűrőbb fajok (sajmeggy-alanyú meggy- és cseresznyefák) intenzív és nagy szívóerejű gyökérzetük révén jobban alkalmazkodnak az arid viszonyok csökkent talaj vízkészletéhez (Papp és Tamási, 1979).

A csapadékhány okozta stressz hat a sejtek turgor állapotára, ozmotikus potenciáljára, ezáltal vízfelvételére is (Ranney et al., 1991). A hajtásnövekedés a csekély turgor miatt szintén gátolt. A víz-stressz hatására a virágzás, megtermékenyülés és gyümölcsnövekedés elmaradása, valamint a kedvezőtlen ionfelvétel termés kiesést okoz. Fokozottabb termés kiesést tapasztalható, amennyiben a stressz, érés előtt történik, mintha az érési időszakban következett volna be. Enyhe, érés kori stressz az érési folyamatokat gyorsítja, ami a cukrok és az antocián pigmentek mennyiségét növeli és csökkenti a savkoncentrációt a gyümölcsben.

Szász (1993) rámutat, hogy a téli időszak csökkent csapadékmennyisége rontja a talaj vízkészletét, ami különösen a humuszban szegény homoktalajokon okoz víz- és tápanyag-felvételi problémákat. Természetesen a vízellátottsági problémák hatásai, és azok erőssége jelentősen függ a termőhely talajától. Yao et al. (2001) 'Gala' almával végzett vizsgálatai alapján, homoktextúrájú talajon a vízhiány gyümölcsméret és -tömeg csökkentő hatása már négy héten belül érzékelhető, míg üledékes, agyagos talajon ez a hatás csak öt hét múlva jelentkezik. Érdekes módon arra a megállapításra jutottak, hogy a gyümölcs N-, P-, K-, Ca- és Mg-felvétele és felvételi dinamikáját sem a „víz-stressz” sem a talajtípus nem befolyásolta. Guak et al. (2001) rámutattak arra, hogy a víz-stressz csökkenti a nyugalmi állapotban lévő rügyek fejlettségét, a gyümölcsméretet és termést, de nem befolyásolja a hűskeménységet, az oldható szárazanyag-tartalmat és a savasságot, növeli viszont a K- és B-felvételt.

A fentebb ismertetett élettani vonatkozások révén a „víz-stressz” hatással van a tápelemfelvételre. A tápelemhiány tünetei elsősorban az aszályos, szárazabb években jelentkeznek, amikor a fák gyökérzete nem jut elegendő vízhez és a vízfelvétel visszaszorulásával együtt a tápanyagfelvétel is csökken. Zatykó (2003) rámutat, hogy a vízhiány indukálta tápanyaghány

halványabb leveleket, kanalasodó levéllemezt, vékonyabb és gyengébb hajtásokat, rosszul színeződő és kisebb gyümölcsöket eredményez.

A szárazság hatása azonban az egyes tápelemeknél eltérő, és a hatás idejétől is függ. A nitrogéntartalom például kisebb szárazság esetén nőhet (a növekedés erősebben gátolt, mint a felvétel) mert a döntően anyagáramlással mozgó nitrogén ekkor még kielégíthetően felvehető. A hosszabban tartó szárazság azonban erősen gátolja a felvételt. A foszfor felvétele a romló oldhatósági viszonyok, a megnövekedett diffúziós úthossz miatt szárazság idején egyértelműen gátolt. A kálium átmenetet képez az előbbi két elem között, bár inkább a foszforhoz hasonlít a szárazság indukálta gátolt felvétel tekintetében. A kalcium, magnézium és kén a nitrogénhez hasonlóan döntően anyagáramlással vándorol, így csak komolyabb szárazság idézhet elő tápelemhiányt ezeknél az elemeknél. Soltész (2005) a Duna-Tisza közí meszes talajokból történő csökkent Ca-felvételt a csökkenő talajnedvességgel hozta kapcsolatba. A mikroelemek többségének felvétele, a foszforhoz és káliumhoz hasonlóan, szárazabb években gátolt.

Wilkinson (1968) eredményei alapján megállapítható, hogy a minimális csapadék erőteljesen módosítja a gyümölcs tápelemtartalmát. Ez abból adódik, hogy az aszályos periódusban intenzíven transzspiráló lombzat még a gyümölcsből is képes vizet és azzal együtt tápelemeket kivonni. Ha később a gyümölcs vissza is nyeri elvesztett víztartalmát, a tápelem-összetétele ilyenkor is magán viseli a stressz hatását, mivel az elemek mobilitása elmarad víz mobilitásával szemben és az asszimilátumok képződésének üteme meghaladja a tápelemek beépülését.

Csapadéktöbblet

A talaj vízháztartási egyensúlyának felborulása úgy is bekövetkezhet, hogy a csapadék effektív mennyisége nem változik, csupán időbeli eloszlása módosul, megváltozik a csapadékos periódusok hossza vagy az egyszerre lehullott csapadék mennyisége (Soltész et al., 2006). A talaj túlzott víztelítettsége, hasonlóan a szárazság indukálta nem megfelelő víztelítettséghez, szintén komoly problémákat okozhat (gyökérgusztulás, sekélyes gyökér-elhelyezkedés). A gyümölcsfélék évelő növények, még az időszakos víztelítettségre is érzékenyek. A szamóca hajszálgyökerei fokozottan oxigénigényesek, már pár napos vízborítottság esetén is károsodnak. A málna és szeder gyökérzete szintén érzékeny a túl nedves talajviszonyokra, ami *Phytophthora* fertőzésnek is kedvez.

A talaj túlzott nedvességtartalma hasonlóan az aszályhoz a vegetációs időszakban okozza a legnagyobb károkat, ami szélsőséges esetben akár a fa vagy növény pusztulásához is vezethet. A víztöbblet negatívan befolyásolja a talaj redoxi viszonyait, a gyökérfejlődést és -légzést. A gyökér oxigénellátásának romlása blokkolja a vízfelvételt, ami a növény föld feletti részeiben hiányos vízellátást, majd csökkent transzspirációt okoz (Pethő, 1984). A talaj levegőtleniségének oka egyaránt lehet az időegység alatt lehullott nagymennyiségű csapadék vagy az altalajban lévő vízzáró réteg. Ez utóbbi abból a szempontból kedvezőtlenebb, hogy hosszabbtávú talajlevegőtleniséget okoz (pangó víz). Éppen ezért fontos, hogy a gyümölcsös talajában lehetőleg két méter mélységig ne legyen, a víz elszívargását gátló vízzáró vagy a gyökérnövekedést gátló talajréteg.

A levegőtleniség okozta levelek sodródása, sárgulása (hasonlít az aszálykár tüneteihez) első jelei a túlzott nedvességtartalom okozta elégtelen élettani folyamatoknak. A talajban kialakuló redukтивabb viszonyok számos, a tápanyagfelvételre hatással lévő folyamatot indukálnak, mivel a redukciós átalakulások révén csökken a felvehető tápanyagformák mennyisége. A mineralizációs folyamatok valamint a gyökérlégzés is visszaszorul, melyek szintén gátolják, hátráltatják a tápanyagfelvételt. A nem megfelelő felvétel pedig, a korábban már ismertetett élettani hatásokat okozzák. A túlzott nedvesség a gyökérrendszer gombás megbetegedését is okozhatja.

Ahogy az elégtelen vízellátásnál, a túlzott víztelítettségénél is döntő a víztelítettség mértéke, hossza és időbeli megjelenése. A gyümölcsfák tűrőképessége ugyanis változik az év folyamán. A fák mélynyugalmi állapotban 40–50 napos víztelítettséget is elviselnek, míg a vegetációs időben a tíz napnál hosszabb periódus is, a napok számának növekedésével egyre súlyosabb élettani problémát okoz (pl. a fotoszintézis drasztikus csökkenése). Legérzékenyebbek a fák az intenzív hajtásnövekedés idején (Pethő, 1984).

A túlzott vízellátásra, csakúgy, mint a szárazságra a különböző fajok, genetikai adottságaiktól függően eltérően reagálnak. Az almatermésűek hajlamosak a kedvezőbb vízellátottságú talajrétegek felé fokozni a gyökérképződést. A körte, alma, szilva, meggy és cseresznye irányába csökken a fajták tűrőképessége. A meggy és cseresznye különösen érzékeny a sok vízre, ami szárazságtűrésükből adódik. A hazánkra jellemző csapadékos őszi a jó vízmegtartó képességű talajokon bőséges vízellátottságot okoz, ami a meggynél jelentkező vízorientáltság miatt (a szárazságtűrő meggy kihasználja a vízbőséget, és élénk vegetációban marad) elnyújtott késői vegetációt eredményez (Hrotkó, 2003). Ez kései lombhullást okoz és gyengébb felkészülést a télre. Adott fajokon belül a fajták és még inkább az alanyok víztűrése, ha nem oly mértékben, mint a fajok között, de eltéréseket mutat (Pethő, 1984). A levegőigény sorrendje alanyok szerint a következő: vadkajszi > keserűmandula > vadalma > vadkörte (Papp és Tamási, 1979).

Magyarországon a gyümölcsösök telepítését kizáró talajtani tényezőnek minősül, ha a talajvízszint a felszíntől számítva, fás szárú fajok esetén (fajtól függően) 150–180, illetve 200 cm felett van. Sajnos viszonylag kevés szakirodalmi adat található a vízháztartásbeli problémák egy másik, speciális típusával, a hirtelen lezúduló, nagy mennyiségű csapadék okozta tápanyag-ellátásbeli anomáliákkal kapcsolatban. A rövid idő alatt lezúduló, nagy mennyiségű, akár egy havi csapadékmennyiség jelentősen befolyásolja a talajban uralkodó tápanyag-felvételi viszonyokat. Ez természetesen alapvetően függ a talajtípustól. Az agyagosabb, vályogosabb, nagyobb kötöttségű fizikai talajféleségű talajok nagyobb vízmegtartó képességgel rendelkeznek, mint a homoktalajok. Ezeknél, a felső talajrétegekben időszakos víztöbblet, sőt domborzati viszonyok és/vagy talajszerkezeti okok miatt akár időszakos pangó vizes, belvizes állapot is kialakulhat. Meg kell azonban különböztetnünk a pangó és mozgó víz által indukált túlzott víztelítettséget. A mozgó víztömeg hatására átmenetileg kialakult víztöbblet kedvezőbb, mint a pangó víz. A mozgó víztömeg ugyanis oxigénben dúsabb közeget biztosít a gyökerek számára, másrészt elmosza a gyökerek közeléből az időközben felhalmozódó toxikus anyagokat (Pethő, 1984).

A talaj levegőzősségi viszonyainak megváltozása a gyökérzet fejlődését is hátrányosan befolyásolja. A gyökérzet anyagcsere-folyamatai nagymértékben lecsökkennek, ha a talajlevegő összetételében az O_2/CO_2 arány eltolódik, megbomlik (Kiss, 1987). A hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék, a túlzottan magas talajvízállás vagy a művelőgépek okozta talajtömörödés huzamosabb ideig tartó víztelítettséget, redukív viszonyokat okoz, ami a kötöttebb, tömődöttebb talajoknál gyökérpusztulást vagy egyébként nem jellemző, túlzottan sekélyes gyökér elhelyezkedést idézhet elő, ami a fák stabilitását, élettartamát veszélyeztetheti. Papp és Tamási (1979) adatai rámutattak, hogy túlzottan magas talajvízállású homokterületen M4 alanyú, négyéves 'Jonathan' fák gyökérzetének háromnegyede igen sekélyen, a felső 30 cm-es rétegben helyezkedett el, ami nagyobb termés esetén stabilitási és tápanyag-felvételi problémákat okoz.

A talaj túlzott nedvességtartalma, csak úgy, mint a szárazság tápanyag-felvételi anomáliákat, hiányt idéz elő. A túlzott nedvesség kilúgzási, kimosódási folyamatokat indukál, ami csökkenti a tápanyag-felvételi zóna (gyökérzóna) tápanyagtartalmát. Különösen fontos ez a kimosódásra hajlamos tápelemeknél (pl. nitrogén). A túlzott talajnedvesség csökkenti a kétértékű tápelemionok (Ca^{2+} , Mg^{2+}) míg növeli az egyértékűek (K^+) felvételét, ami nagy talajbeli káliumkészlet esetén további magnézium- vagy kalciumellátottsági problémákat okoz. A talajnedvesség-tartalom és a növényi tápanyagtartalom között azonban nem minden esetben kapunk adekvát összefüggést. Ennek az oka, hogy a nedvességtartalom nemcsak a tápanyagok felvételi viszonyaira, hanem a növény növekedésére is hat. Az erőteljesebb növényi növekedés, hígulást okoz a tápelemtartalomban, továbbá a csapadék, a földfeletti növényi részekből tápelemeket moshat ki. A levelekből történő kimosódási veszteségek a levél korának előrehaladtával nőnek. A csapadékkal analóg módon az esőztető öntözés is indukálhat tápelem-kimosódást, főképp a mangán, kálium és bór tekintetében.

Csapadékeloszlás

A csapadékhány és -többlet mellett, a lehullott csapadékmennyiség egyenlőtlen eloszlása is komoly problémákat okoz a fák tápanyag-ellátottságában. A hazánkra jellemző, vegetációs időszakbeli, mintegy 400 mm csapadékmennyiség eloszlása alapvetően függ a termőhelytől. A bekövetkezett változások is lokálisan érvényesülnek.

Előfordulhat, hogy úgy alakulnak ki egy termőkörzetben vízellátottsági problémák, hogy az éves csapadékmennyiség megfelelő nagyságú, de kedvezőtlen eloszlású. A napi 1 mm alatti csapadék legfeljebb frissítő hatású lehet, de a gyökérszónába nem jut le, így aszálytünetek jelentkezhetnek az ültetvényben. A napi 5 mm alatt maradó csapadékmennyiség 24 óra alatt elpárolog, és döntően nem befolyásolja a talaj vízháztartását. Az 5–20 mm közötti csapadékmennyiség már néhány napi tartalékvíz készlet képződéséhez vezet a gyökérszónában, ezért ez a napi csapadéktartomány jelentős szereppel bír a talaj megfelelő nedvességtartalmának kialakításánál. A 20 mm feletti csapadékadag főképp a kis víztartóképesseggel rendelkező, homoktexturájú talajokon idézhet elő jelentősebb talajnedvesség mozgásokat. Minél nagyobb a lehullt napi csapadékmennyiség, annál kifejezettebb a kilúgzás, a gyökérszónából történő tápanyag-kimosódás és az erózió veszélye. A bőséges csapadék hatására kötöttebb talajokon belvíz alakulhat ki, ami a tartós vízterhelés révén jelentős terméscsökkenést idézhet elő. A meteorológia adatok alapján az éves csapadékmennyiségek csökkenése mellett, a kilencvenes évektől kezdődően nőtt a napi lehullott csapadékösszeg maximuma és a szélsőségek fokozódása egyre nyilvánvalóbb lett (Soltész et al., 2006).

Kiss, 1987 adatai rámutatnak, hogy a május-július közötti időszakban hullott jelentős mennyiségű csapadék (>60 mm) kisebb hőmérsékleti értékekkel párosulva a klorózis kialakulásának potenciális lehetőségét fokozzák, ott ahol ennek kialakulási lehetőségei adóttak. Ugyanígy, a hűvös, nedves, borult időjárás és a hőmérsékletben és csapadékösszegben hirtelen bekövetkező, gyors változás a talajtulajdonságok és növényi tényezők (alany, faj, fajta) függvényében ugyancsak fokozhatja a klorózis veszélyt. Az úgynevezett „rosszidő-klorózis” különösen a vas felvételét csökkenti a diffúziójának gátlása révén.

Konklúziók

Általánosan megállapítható, hogy az időjárási tényezőknek a tápanyag-ellátási zavarok kialakulásában tetten érhető szerepe fokozatosan nő. A gyümölcstermő növények vízigénye egyre rosszabb kondíciók között elégíthető ki. Megfelelő tápanyagfelvétel pedig csak kedvező nedvességtartalmú talajok esetén várható! A vízellátottsági problémák miatt tápanyag-felvételi zavarok léphetnek fel. Az alultáplált ültetvény állapota romlik, a sorozatos stressz hatásokra nem képes megfelelően reagálni, legyengül. Ez továbbfokozódó stressz érzékenységet, csökkent terménymennyiséget és minőséget okoz.

A vízellátottsági problémák által kiváltott tápanyag-felvételi zavarok mérséklésére a talajtakarás, a permettrágyázás, az öntözés és a tápoldatos öntözés „fertigation” nyújthat megoldást.

A jövőben mindenképp számítanunk kell a klimatikus faktoroknak a tápanyagfelvételt módosító hatásaira, melyek napjainkban nemcsak a termőhely talajához, a növény igényeihez és az agrotechnika színvonalához, hanem az időjárási tényezőkhez is igazított tápanyagpótlással korrigálható, illetve előzhető meg. A harmonikus tápanyagpótlással megteremtett jó ültetvénykondíció segít a gyümölcstermő növényeink számára, hogy könnyebben át tudják hidalni a kedvezőtlen időjárású vegetációs szakaszokat.

Sürgető feladata a közeljövőnek, hogy korrigálja és igazítsa a jelenleg alkalmazott gyümölcstermesztési technológiákat, ezekhez az éghajlati anomáliákhoz, mint módosító tényezőkhez. Kiváltképp vonatkozik ez a gyümölcstermesztési technológia tápanyag-gazdálkodási aspektusára, mely érzékeny és szoros kapcsolatban van a klimatikus környezeti változásokkal.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az OM-00042/2008, OM-00270/2008, OM-00265/2008 számú pályázatok támogatták.

Irodalom

- Antal E. 2003: Az éghajlatváltozás és a növényállományok vízellátottságának kérdőjelei a XXI. század elején. „AGRO-21” Füzetek, 32: 25–48.
- Bartholy J., Pongrácz R., Gelybó Gy. 2008: A Kárpát-medencére készült regionális klímaváltozási szcenáriók elemzése. In: Fodor I., Suvák A. (szerk.): A fenntartható fejlődés és a megújuló természeti erőforrások környezetvédelmi összefüggései a Kárpát-medencében. MTA Regionális Kutatások Központja, Pécs. p. 93–101.
- Guak, S., Beluah, M. Nielsen D., Looney N. E. 2001: Growth, fruit quality, nutrient levels, and flowering of apple trees in response to early season growth control techniques and post-harvest urea sprays. *Acta Hort.*, 564: 83–90.
- Kiss Á. 1987: Klorózis: a növények sárgasága. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Lakatos L., Szabó Z., Soltész M., Nagy J., Ertsey I., Racskó J., Nyéki J. 2005: A csapadék mennyiségének, típusának és eloszlásának változása a vegetációs és nyugalmi időszakban. „AGRO-21” Füzetek, 45: 53–63.
- Nagy P. T., Szabó Z., Nyéki J. 2009a: Frost-induced nutrient disorders in integrated apple orchard. *Cereal Res. Commun.*, 37(Suppl. 2): 293–296.
- Nagy P. T., Szabó Z., Nyéki J., Soltész M. 2009b: Az alföldi gyümölcsstermesztés helyzete, tápanyag-gazdálkodási problémái az éghajlatváltozás tükrében. In: Belanka Cs., Duray B. (szerk.): Helyünk a világban – alföldi válaszok a globalizáció folyamataira. MTA RKK. p. 83–87.
- Nagy P. T., Sipos M., Szabó Z., Soltész M., Nyéki J. 2009c: The effect of climatic anomalies on the nutrient-supply of fruit plantations. (Minireview) *Int. J. Hort. Sci.*, 15(1-2): 111–116.
- Nyéki J., Soltész M., Szabó Z., Lakatos L., Racskó J. 2005: Felkészülés a globális klímaváltozás kedvezőtlen hatásainak kivédésére a gyümölcsstermesztésben. Jelentés a VAHAVA projekt keretében végzett munkáról, MTA-KvVM, Budapest.
- Papp J., Tamási J. 1979: Gyümölcsösök talajművelése és tápanyagellátása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Pethő F. (szerk.) 1984: Alma. Mezőgazdasági kiadó, Budapest, 1984.
- Ranney, T. G., Bassuk, N. L., Whitlow, T. H. 1991: Osmotic Adjustment and Solute Constituents in Leaves and Roots of Water-stressed Cherry (*Prunus*) Trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 116: 684–688.
- Soltész M., Nyéki J., Szabó Z. 2004: A klímaváltozás kihívásai a gyümölcsstermesztésben. „AGRO-21” Füzetek, 34: 3–20.
- Soltész M. 2005: A Duna-Tisza köze gyümölcsstermesztési helyzete. „A Duna-Tisza közének ökohidrológiai viszonyairól” c. második vitatülés MTA Budapest (szóbeli közlés).
- Soltész M., Nyéki J., Szabó Z., Gonda I., Lakatos L., Racskó J., Thurzó S., Dani M., Drén G. 2005: Alkalmazkodási stratégia az alföldi gyümölcsstermelésben a globális gazdasági és klímaváltozás nyomán. „AGRO-21” Füzetek, 45: 16–26.
- Soltész M., Nyéki J., Szabó Z., Lakatos L., Racskó J., Holb I., Thurzó S. 2006: Az éghajlat- és időjárás-változás alkalmazkodási stratégiája a gyümölcsstermelésben. In: Csete L., Nyéki J. (szerk.): Klímaváltozás és a magyarországi kertgazdaság. „AGRO-21” Kutatási programiroda, AKAPRINT Kft., Budapest.
- Soltész M., Nyéki J., Szabó Z., Lakatos L. 2008: Globális éghajlatváltozás - az alföldi gyümölcsstermesztés lehetőségei. AGTEDU 2008 Konferencia kiadvány. p. 136–141.
- Szász G. 1993: Az időjárás változásának hatása Északkelet-Magyarország térségében. In: Inántszy F. (szerk.): Integrált gyümölcsstermesztés. GYDVK Állomás, Újfehértó. p. 114–120.

- Várallyay Gy. 2006: Soil degradation processes and extreme soil moisture regime as environmental problems in the Carpatian Basin. *Agrokémia és Talajtan*, 55: 9–18.
- Várallyay Gy. 2008: A talaj szerepe a csapadék-szélsőségek kedvezőtlen hatásainak mérséklésében. *Klíma-21* füzetek, 55: 57–72.
- Wilkinson, B. G. 1968: Mineral composition of apples. IX. Uptake of calcium by the fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 19: 646–647.
- Zatykó I. 2003: Az alma aszályérzékenységeinek tényezői. *Kertgazdaság*, 35(1): 33–39.
- Yao, S., Neilsen, G.H., Neilsen, D. 2001: Effects of water stress on growth and mineral composition of 'Gala' apple fruit. *Acta Hort.*, 564: 449–456.

Abstract

ROLE OF CLIMATIC ANOMALIES IN DEVELOPMENT OF NUTRIENT DISORDERS OF FRUIT ORCHARDS

PÉTER TAMÁS NAGY¹, SÁNDORNÉ KINCSES¹ and MIKLÓS SOLTÉSZ²

¹University of Debrecen, Department of Agricultural Chemistry and Soil Science, H-4032 Debrecen, Böszörményi str. 138., Hungary, e-mail: nagypt@agr.unideb.hu

²College of Kecskemét, Horticultural Faculty, Institute of Fruit- and Grape Production, Kecskemét

Diagnosis of nutrient problems has been important and traditionally field of research of agrochemical, since beginning. Papers, described symptoms of one or more mineral nutrients of plants published from 1840. In the past near 170 years many publications published in clearing, description and solving of these symptoms. Despite of this the topic is actual in these days. Moreover, it is more current than once due to the ruling conditions of fruit growing and despite of increasing level and knowledge of agro-sciences. Many and enormous changes have occurred in the technology of crop science. It is especially true for fruit growing. Today's growers must meet stricter and increased demands and instructions of market, customer and environmental protection. They will be successful only then if increase and optimize nutrition affected quality and quantity of fruits. Of course it is very hard task to estimate the fruit failure which follows from climatic extremes. But everybody agrees that the rate of it is growing continuously year by year in Hungary. The number, intensity and frequency of unexpected climatic events, the moving of arid zone, the inefficient nutrient management, the intensification of plantations, the pressure of high yield and mostly the shortage of capital are increasing the risk of development of nutritional disorder. Nowadays, we have to live together with these problems and have to correct the tested fruit growing technologies to these events as influential factors.

KÜLÖNBÖZŐ KOMPOSZTOK HATÁSA A NÖVÉNYI PRODUKCIÓRA ÉS A TALAJ KÖNNYEN OLDHATÓ TÁPANYAGTARTALMÁRA

SZABÓ ANITA és VÁGÓ IMRE

Debreceni Egyetem, Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszer tudományok
Doktori Iskola
4032 Debrecen, Böszörményi út 138., e-mail: szaboanita@agr.unideb.hu

Összefoglalás

Napjaink egyik legfontosabb célkitűzése a fenntartható gazdálkodás feltételeinek megteremtése, hiszen a minket körülvevő világért, környezetünkért felelősséggel tartozunk. A fenntarthatóság megköveteli, hogy az emberiség jelenlegi szükségleteinek kielégítése a jövő generáció érdekeinek figyelembevételével valósuljon meg. Különösen fontos tehát a természeti erőforrások, köztük a talaj termékenységének megóvása. A komposzt értékes, a termőföldből elvont tápanyagokat tartalmaz. A mezőgazdaságból, az élelmiszeriparból és a háztartásokból származó melléktermékek és hulladékok komposztálás utáni felhasználása (visszaforgatása) egyrészt csökkenti a hulladéklerakókba kerülő felesleges anyagok mennyiségét; másrészt növeli talajaink tápanyagtartalmát, így válik a termesztett növényeink tápanyagellátásának egyik környezetkímélő alternatív módjává. Tenyészedényes kísérlet beállításával 3 különböző összetételű komposztot vizsgáltunk. Egyenként kevertük őket 5 eltérő térfogatarányban (0 %, 5 %, 10 %, 25 % és 50 %) savanyú kémhatású homoktalajjal. Jelzőnövényként angolperjét (*Lolium perenne* L.) használtunk, mely jól bírja a tenyészházi körülményeket és kiválóan jelzi a beállított kezelések hatását. A kísérlet felszámolása után mértük a növény föld feletti száraztömegét, továbbá a tápközeg $0,01 \text{ M dm}^{-3} \text{ CaCl}_2$ -oldattal kivont N-, P- és K-tartalmát. Célunk, hogy a komposzt-homoktalaj bekeverési arányának, a növény szárazanyag termelésének és a talaj tápelemtartalmának összefüggéseit feltárjuk és értékeljük. Megállapítottuk, hogy a vizsgált komposztok jótékony hatással voltak a perje termésére, mindegyik kezelés növelte annak szárazanyag-termelését. A legkedvezőbb komposztkezelés esetén közel ötszörös terménynövekedés mutatkozott a kontrollhoz képest.

Kulcsszavak: fenntartható gazdálkodás, komposzt

Bevezetés

A talaj feltételesen megújítható természeti erőforrás (Várallyay, 1992), amelynek tápanyagkészlete véges. A jövő nemzedék számára csak úgy őrizhető meg termékenysége, ha a természettel elvont esszenciális tápelemeket pótoljuk. A tápanyag visszajuttatásakor a fenntartható fejlődés értelmében megkövetelt az ökológiai és az ökonómiai feltételekhez való alkalmazkodás, vagyis a termőhely adottságainak messzemenő figyelembevétele, a környezet minimális terhelése és a gazdaságosság (Antal, 1999).

Komposzt-felhasználási kísérletünk során bizonyítjuk, hogy a már feleslegessé vált, egyébként nagy szervesanyag-tartalmú növényi hulladékok komposztálásával, majd (megfelelő helyre, optimális adagokban való) kijuttatásával, a termesztett növényeink rendelkezésére álló, könnyen felvehető tápanyagkészlet növekszik. A komposzt-felhasználás tehát egy olyan környezetkímélő növényápolási mód, amely csökkenti hulladéklerakókba kerülő felesleges anyag mennyiségét, ugyanakkor növeli a növényi termelés mennyiségét és minőségét.

Anyag és módszer

A komposzt-felhasználási kísérletet a DE-AGTC Agrokémiai és Talajtani Tanszék tenyészházában állítottuk be, a kémiai vizsgálatokat a Tanszék laboratóriumaiban végeztük. A kísérlethez szükséges 3 komposztot 2009 nyarán kaptuk az egyetem egyik partnercégétől. Ezen komposztok még fogyasztói forgalomba hozatal előtt állnak, így az előállítás módjuk és összetételük bizalmas. A komposztokat június 8-án átszitáltuk, hogy a 2 mm-nél nagyobb frakciók ne akadályozzák a kísérlet kimenetelét, hiszen ezek felvehető formává alakulásához jóval hosszabb idő kell.

A szitált komposztokat négyszeri ismétlésben 4 különböző arányban (5 %, 10 %, 25 % és 50 %), kevertük a Centrum pallagi kísérleti telepéről származó, kezeletlen, savanyú homoktalajhoz (1. táblázat), majd a térfogatarányos bekeverést a tenyészvények randomizált elhelyezése követte.

Kezelések	Komposzt (%)	Homoktalaj (%)
1.	0	100
2.	5	95
3.	10	90
4.	25	75
5.	50	50

1. táblázat: Az egyes kezelések komposzt-homoktalaj bekeverési aránya

Table 1 Compost: soil mixture ratios of the treatments

A bekeverést követően a tápközeget egy hétig érni hagytuk, majd június 15-én elvetettük a kísérleti körülményekhez jól alkalmazkodó angolperjét (*Lolium perenne* L.). E jelzőnövény előnyös tulajdonsága, hogy gyorsan nő és kiválóan jelzi a beállított tápanyag kombinációk hatását. A csapadékhatalás kiküszöbölését az edények (tető alá tolható) kocsikon való elhelyezése tette lehetővé. A fűmag kelését követően (június 29.) a tenyészvényekben levő tápközeget minden nap azok szabadföldi vízkapacitásának 60 %-ára öntöztük tömegkiegészítés módszerével, hogy a napközbeni evapotranszpirációt pótoljuk. A homoktalajokon a vízkapacitás 60 %-ára való öntözés optimális volt az Agrokémiai Tanszék tudományos kísérleteivel korábban már igazolták (Loch et al., 1992).

A tenyészvényes kísérlet felszámolása 2009. július 27-én volt. A növény föld feletti zöldtömegét levágtuk, majd a tápközeget száraz állapotban ismételtén átszitáltuk és bezacsizóztuk (azok elemzésére készülve). Ezen elemzések során mértük a növény föld feletti, 40 °C-on tömegállandóságig szárított száraztömegét, továbbá a tápközegben megmaradt, 0,01 M dm⁻³ CaCl₂ oldattal kinyerhető N-, P- és K-tartalmat.

A CaCl₂-os talajextrakciós eljárás

A 0,01 M dm⁻³ CaCl₂ talajextrakciós eljárást Houba et al. (1990) módszerével végeztük, mely szerint 5,00 g száraz talajmintát 50 cm³ kivonószerez 2 óráig rázattuk. Az extraktumok K-tartalmát szűrés és az analízist zavaró Ca-ionok oxálsavas lecsapása után UNICAM SP95B AAS műszerrel határoztuk lángemissziós spektrofotometria módszerével (Houba et al. 1990). Az N- és P-formák a CONTIFLOW ANALYSIS (CFA) Skalar műszer segítségével kerültek megmérése.

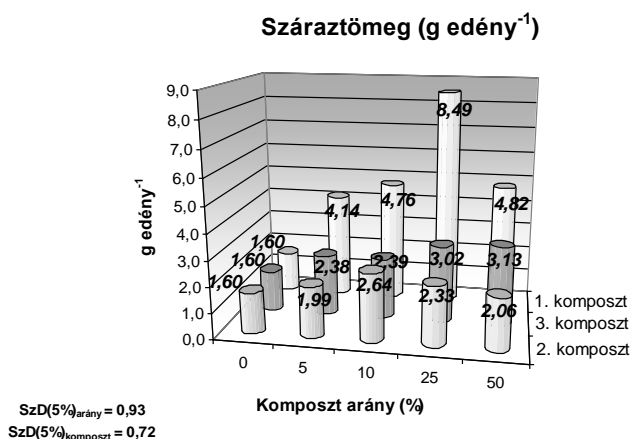
Statisztikai értékelés

Mérési eredményeinket varianciaanalízissel értékeltük, melyhez a Tolner László által Excel Makróban megírt programot használtuk. A program Sváb János (1981) által leírt algoritmus alapján készült, és már több publikáció (Tolner, 2008; Vágó, 2008) elkészítéséhez is felhasználták. Ezzel a programmal lehetőségünk nyílt arra, hogy a képződött növényi produkció és a kiadagolt komposzt

dózisok közti szignifikancia szintet megállapítsuk, ezáltal statisztikailag is megerősített következtetéseket vonjunk le.

Eredmények

Az **1. ábra** szemlélteti az angolperje 40 °C-on, tömegállandóságig szárított szárazanyag-tartalmát (g edény⁻¹). Látható, hogy az egyes komposztok (és azok arányai) különböző hatással voltak a kontroll talaj tulajdonságaira, ez a perje tápelem felvételében nyilvánul meg. Statisztikailag igazolható, hogy a növényi produktumot a komposzt-homok arány $P = 0,1$ %-os hibavalószínűségi szignifikancia szinten befolyásolta. Bár (az egyes komposztokon belül) a kezelések között szignifikáns különbség csak néhány esetben mutatkozik, az mind a három komposzt esetében elmondható, hogy a kontroll és a növényi produkció képződése szempontjából optimálisnak ítélt komposzt arány között szignifikáns a különbség.



1. ábra A növényi szárazanyag produkció (g edény⁻¹)
Figure 1 Dry matter production of the plant (g pot⁻¹)

Az egyes komposzt típusok közül, az 1. komposzt esetében mutatkozik a legnagyobb hatás (**1. ábra**); a növényi reakció itt volt legjelentősebb. Az arányok közül is a 25 %-os mutat kimagaslóan nagy hatást a növényre. Ebből a készítményből az 50 %-os adag már gátlónak bizonyul. A 2. komposzt esetében mutatkozott a legcsekélyebb hatás, itt a 10 %-os komposzt arány az, amely szignifikáns különbséget mutat a kontrollhoz viszonyítva. A 3. komposztnál pedig a 25 és az 50 %-os komposzt arány különbözik szignifikánsan a kontrolltól.

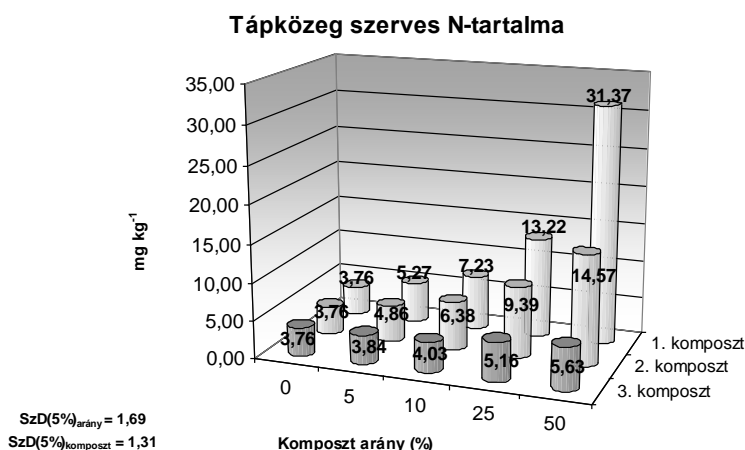
A **2. táblázat** tartalmazza a gyártó által átadott és a kísérleteinkhez felhasznált, tiszta komposztok CaCl₂ oldható elemtartalmát.

	N-totál	P	K
	mg kg ⁻¹		
I. komposzt	484,25	24,56	2694,04
II. komposzt	483,40	8,25	4036,80
III. komposzt	138,15	3,37	450,45
Átlag	368,60	12,06	2393,76

2. táblázat Az egyes komposztok CaCl₂-oldható elemtartalma (N, P, K)
Table 2 The CaCl₂-soluble plant nutrient element contents of the composts

Az egyes tápközegek CaCl₂-oldható szerves N mennyiségét a vegetációs periódus végén mg kg⁻¹ mértékegységben 2. ábra mutatja. Jól látható mindhárom esetben, hogy a kiadagolt

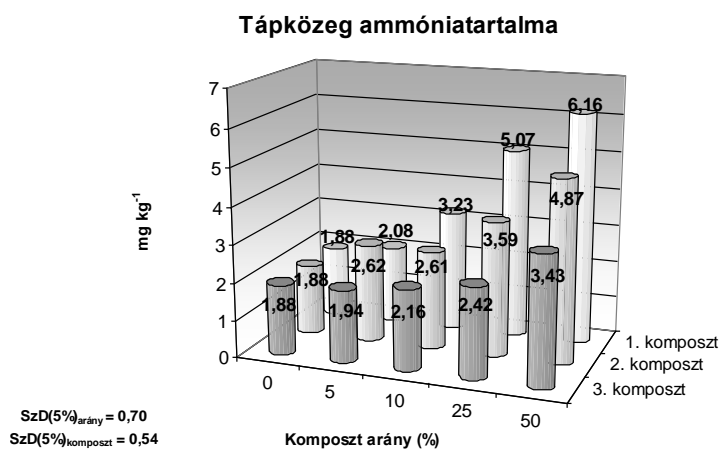
komposzt dózisok növekedésével a szerves N mennyisége is következetes növekedést mutat. A tápközeg CaCl_2 -oldható elemtartalmát a homok-komposzt arány szoros, $P = 0,1$ %-os szignifikancia szinten befolyásolta.



2. ábra Egyes tápközégek CaCl_2 -oldható szerves N-tartalma (mg kg^{-1}) a kísérlet végén
Figure 2 The CaCl_2 -extractable organic N content of soils (mg kg^{-1}) at the end of experiment

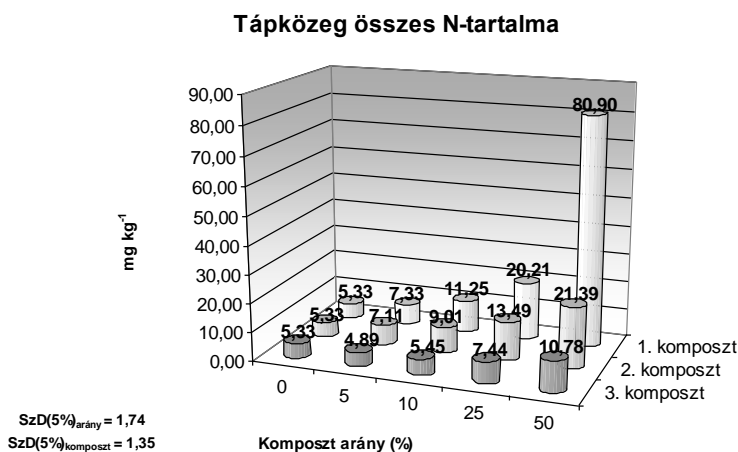
Az 1. komposzt esetében figyelhető meg a tápközegben megmaradt legnagyobb szerves N-tartalom (**2. ábra**). Mivel a növényi produkció mennyisége is itt volt legnagyobb a komposztok közül, feltételezhető, hogy a növény számára a szerves N csak másodlagos N-forrásként hasznosult. Feltételezésünk szerint a felvehető szerves N-mennyiség csak fokozottan vált a növény számára elérhetővé. Az 5 %-os komposzt dózis még nem, de a 10 %-os már szignifikáns különbséget mutat a kontrollhoz képest. Az 50 %-os adag esetében már komoly gátló hatást érzeltünk, amely a szárazanyag produkció drasztikus csökkenésében mutatkozott meg. A második legtöbb szerves N a 2. komposztban maradt vissza, melyek egymáshoz viszonyított értéke a kezeléseknak megfelelően alakult.

A **3. ábra** szemlélteti az egyes tápközégek CaCl_2 -oldható ammóniatartalmát a vegetációs periódus végén (mg kg^{-1}).



3. ábra Egyes tápközégek CaCl_2 -oldható ammóniatartalma (mg kg^{-1}) a kísérlet végén
Figure 3 The CaCl_2 -extractable ammonia N content of soils (mg kg^{-1}) at the end of experiment

Itt is mindhárom esetben tapasztalható a komposzt dózisok növekedésével együtt járó következetes ammóniatartalom növekedés (3. ábra). Szintén az 1. komposztban maradt a legnagyobb ammóniatartalom, vagyis a növényi produkció azért volt itt a legjelentősebb, mert mindig csak a növény növekedéséhez szükséges mennyiség vált felvehetővé. Az 5 %-os komposzt dózis még itt sem, de a 10 %-os már szignifikáns különbséget mutat a kontrollhoz képest. A 2. és 3. komposzt között az utolsó két kezelés különbözik szignifikánsan.

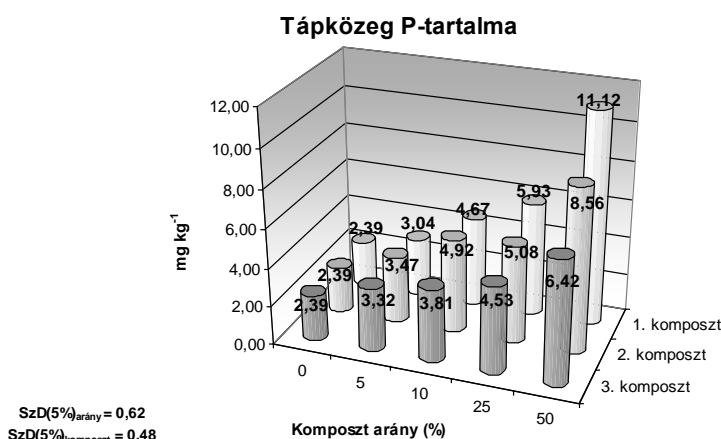


4. ábra Egyes tápközégek CaCl_2 -oldható összes N-tartalma (mg kg^{-1})

Figure 4 The CaCl_2 -extractable total N content of soils (mg kg^{-1}) at the end of experiment

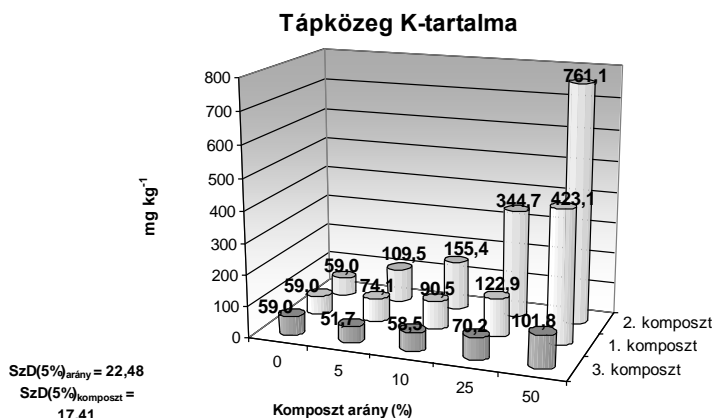
A vegetációs periódus végén mért CaCl_2 által kioldható összes N-tartalom esetében ugyanaz a tapasztalat mondható el, mint az előbbi két N-forma estében (4. ábra). A tápközeg CaCl_2 -oldható elemtartalmát a homok-komposzt arány szoros, $P = 0,1$ %-os szignifikancia szinten befolyásolta.

A tápközeg CaCl_2 oldható P- és K-tartalmát az 5. és 6. ábra szemlélteti.



5. ábra A tápközeg CaCl_2 -oldható P-tartalmának eredménye a kísérlet végén

Figure 5 The CaCl_2 -extractable P content of soils (mg kg^{-1}) at the end of experiment



6. ábra A tápközeg CaCl_2 -oldható K-tartalmának eredménye a kísérlet végén
Figure 6 The CaCl_2 -extractable K content of soils (mg kg^{-1}) at the end of experiment

A tápközeg mindkét könnyen oldható elemtartalmát (5. és 6. ábra) a homok-komposzt arány $P = 0,1$ %-os szignifikancia szinten befolyásolta. A foszfortartalomban (5. ábra) – bár eltérő arányú, de egyértelmű – növekedés mutatkozik a kiadagolt komposzt dózisokkal mindhárom esetben. Az 1. komposztal készített tápközegek tartalmazták a legtöbb megmaradt foszfort, majd ezt követte 2. és 3. komposzt. A gyepek sajátos jellemzőjét a viszonylag nagy K-igényt, kísérletünk esetében mi is tapasztaltunk. A megmaradt CaCl_2 -oldható K-tartalom (6. ábra) esetében szintén megállapítható, hogy a kiadagolt komposzt dózisokkal következetes az elemtartalom-növekedés. Itt azonban – az eredeti komposztok K-tartalmának megfelelően – a 2. komposzt tartalmazta a legtöbb maradék K^+ -ot, majd ezt követte az 1. és végül a 3. komposzt.

A vegetációs periódus végén visszamaradt legcsekélyebb elemtartalom, minden esetben a 3. komposztal kezelt tápközegen mutatkozott, hiszen ennek volt eredetileg is legszerényebb tápanyagtartalma.

Megvitatás

Összességében megállapítható, hogy a három komposzt közül az 1. bizonyult leghatásosabbnak a növényi produkció képződése szempontjából. A tápközeg analízise rámutatott arra, hogy e komposzt esetében maradt vissza a legtöbb tápanyag, ami köszönhető a tápelemek lassú ám folyamatos feltáródásának. A túl nagy mennyiségben (lásd. 50 %) kiadagolt komposzt azonban már toxikusan hatott a növény fejlődésére, ezért hangsúlyozott a termőhely adottságait mindenkor figyelembevevő optimális adagok alkalmazása.

Irodalom

- Antal J. 1999: A szántóföldi növények trágyázása. In: Fülek Gy. (szerk.): Tápanyag-gazdálkodás, Mezőgazda Kiadó, Budapest. p. 321–322.
- Houba, V. J. G., Novozamsky, L., Lexmond, T. M., Van der Lee, J. J. 1990: Applicability of 0,01 M CaCl_2 as a single extraction solution for the assessment of the nutrient status of soils and other diagnostic purposes. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 21: 2281–2290.
- Loch J., Kiss Sz., Vágó I. 1992: A kálium-, kalcium-, magnézium- és vízellátás hatása az őszi búza szemtermésére és magnéziumfelvételére. 4. Magyar Magnézium Szimpózium, Balatonszéplak. In: Magnesium Research 5. Abstr. p. 238.
- Sváb J. 1981: Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Tolner L., Vágó I., Czinkota I., Rékási M., Kovács Z. 2008: Field testing of a new, more efficient liming method. Cereal Research Communications, 36: 543–546.

- Vágó, I., Tolner, L., Eichler-Löbermann, B., Czinkota, I., Kovács, B. 2008: Long-term effects of liming on the dry matter production and chemical composition of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Cereal Research Communications, 36: 103–106.
- Várallyay Gy. 1992: Országos talajvédelmi információs és monitoring rendszer. In: Thyll Sz. (szerk.): Környezetgazdálkodás a mezőgazdaságban. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 52 p.

Abstract

THE EFFECT OF DIFFERENT COMPOSTS ON THE YIELD AND THE EASILY SOLUBLE NUTRIENT CONTENT OF THE SOIL

ANITA SZABÓ and IMRE VÁGÓ

University of Debrecen, Hankóczy Jenő Doctoral School of Crop Production, Horticulture and Food Sciences

H-4032 Debrecen, Böszörményi út 138., Hungary, e-mail: szaboanita@agr.unideb.hu

Nowadays one of the most important goals is to create the conditions of sustainable agricultural management, because we have the responsibility to the world around us and our environment. Sustainability requires taking into consideration the interests of future generations when meeting the needs of humanity. The protection of natural resources, including soil is particularly important. The compost contains essential plant nutrients from the soil. Utilization of composted wastes and by-products from agriculture, food industry and households decreases the amounts of deposited waste materials and increases the nutrient content of soil, so this is an environmentally friendly and alternative way of nutrient management. We investigated three different composts in a pot experiment. We blended the composts with acidic sandy soil in five ratios (0 %, 5 %, 10 %, 25 % and 50 %). Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) was sowed in each pot. We chosen this species because it tolerates the greenhouse conditions and it indicates the effect of treatments well. After the harvest we measured the dry weight production of plant and the 0.01 M dm⁻³ CaCl₂ extractable N-, P-, K-content of soil. Our aim was to study and evaluate the relations between compost-soil ratio, dry weight production and nutrient content of soil. It can be stated that the studied composts increased the yield of ryegrass. The yield of the most favorable compost treatment was five times higher than that of the control treatment.

TÁPANYAG-UTÁNPÓTLÁSI SZINTEK ELKÜLÖNÍTÉSÉNEK LEHETŐSÉGE AZ ŐSZI BÚZÁBAN (*TRITICUM AESTIVUM* L.) SPEKTRÁLIS VIZSGÁLATOK ALAPJÁN

SZALAY D. KORNÉL^{1,3}, TARNAWA ÁKOS², BALLA ISTVÁN², TOLNER IMRE T.³ és FENYVESI LÁSZLÓ³

¹ Szent István Egyetem, Kihelyezett Agrár- Műszaki Tanszék
2100 Gödöllő, Tessedik Sámuel u. 4., e-mail: szalay@fvmmi.hu

² Szent István Egyetem, Növénytermesztési Intézet

³ FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet

Összefoglalás

A hiperspektrális technológia nagymértékben megnövelte a távérzékelés hatékonyságát. Ezzel az adatgyűjtési módszerrel nagy területek gyors és gazdaságos elemzése valósítható meg. Az eljárás kiválóan beilleszthető a mezőgazdasági termelés, a környezetvédelem és számos egyéb ipari alkalmazás vizsgálati módszerei közé, mennyiségi és minőségi elemzés szempontjából egyaránt. Ebben a tanulmányban terepi spektrométerrel végeztünk méréseket az 'Alföld 90' őszi búzafajta tápanyag-utánpótlási szintjeit vizsgálva a 350 nm és 2500 nm közötti hullámhossz tartományban. A kísérleti elrendezésben különféle tápanyag-utánpótlási szinteket alakítottunk ki 10 m²-es parcellákon, melyeket mennyiségi és minőségi paraméterek tekintetében tanulmányoztunk. A kezeléseket véletlen blokkos elrendezésben végeztük négy ismétlésben. Az összefüggések feltárása érdekében a spektrális elemzés mellett növénymagasság (cm), kalász hossz (cm), termésmennyiség (kg/10m²) és minőségi paraméterek függvényében végeztünk összehasonlító vizsgálatokat.

Kulcsszavak: spektrometria, reflektancia, őszi búza, tápanyag-utánpótlás

Bevezetés

A modern civilizáció felgyorsult világában a távérzékelés nélkülözhetetlen eszközzé vált a különböző természetes és mesterséges rendszerek egyensúlyának és működésének vizsgálatában. Az emberiség ma már drasztikus mértékben beavatkozik a Föld ökológiai rendszerébe, gyors és nagyléptékű változásokat idéz elő szűk és tágabb értelemben vett környezetében. Ezek a folyamatok már nem követhetők a hagyományos terepi mintavételezéssel, vagy adatgyűjtéssel. A távérzékelés lehetővé teszi a nagy területekről történő, felszíni folyamatokat jellemző, akár idősoros mintavételezést és a költséghatékony adatszolgáltatást (Kardeván, 2010). Az evolúció során a fény érzékelésére kialakult látószerv, a szem is távérzékelést végez a fény látható (380–780 nm) tartományában. A távérzékelési eszközök azonban lehetővé teszik, hogy a látható tartományon kívül is érzékeljük az elektromágneses sugárzást, és így megjelenítsük a szem számára nem látható jelenségeket is, hogy többlet információkhoz jussunk. Ez a technológia új távlatokat nyit a környezet tanulmányozásában (Kristóf, 2005). Az eljárás során a vizsgált anyag által elnyelt, áteresztett, illetve az általa kibocsátott elektromágneses sugárzás mértékétől függő visszavert sugárzás intenzitását és spektrális összetételét mérjük, melyből az adott anyagra vonatkozóan mennyiségi, és minőségi információt kaphatunk. Az optikai távérzékelési rendszerek egyik fejlett képviselője az optikai sávban végzett hiperspektrális távérzékelés. A hiperspektrális technika a növénytakaró minőségi és mennyiségi értékelésének gyors, pontos, térorientált lehetőségét nyújtja (Fenyvesi, 2008; Milics et al., 2008; Yang et al., 2009; Milics et al., 2010).

Napjaink társadalmában egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek az egészséges életmódra, melynek alapját a helyes táplálkozás képezi. Ehhez megfelelő minőségű élelmiszerekre van szükség, melyeket helyesen megválasztott termesztéstechnológiával állíthatunk elő. Hazánkban a búza a legfontosabb gabonánövényünk. A kenyérben megtalálhatjuk a létfontosságú kémiai elemek

mellett a szükséges vitaminok nagy részét is. Egészséges és egyenletes növényállományt azonban csak a növény tápanyagszükségletének kielégítésével kaphatunk (Jolánkai, 2004). A termesztés során alkalmazott technológia, illetve tápanyag-utánpótlási eljárások helytelen megválasztása azonban súlyos környezeti problémákhoz vezet. A makroelemekkel történő tápanyag-utánpótlás során felhasznált N, P és K közül a legjelentősebb és a leggyakoribb korlátozó tényező a nitrogén (Németh, 2006). Önmagában történő kijuttatása révén is jelentős mennyiségi és minőségi javulást realizálhatunk. Nem megfelelő felhasználása azonban a felszíni és a felszín alatti vizek nitrátosodásához vezethet (Németh, 1996). Az ország egész területére jellemző a függő nitrát-akkumuláció, mely a túltrágyázás következménye. Az Alföldön a nitrátok már elérték a magas talajvízszintet, ahol mélyebben van a talajvíz, ott a nitrátok a termőréteg és a talajvízszint között vannak jelen a talajvíz felé haladva. Erre a folyamatra, a jelent és jövőt érintő problémára, mely felszín alatti vízkészleteket, mint megújuló energiaforrást veszélyeztet (Nagy et al., 2008) a csökkentett N felhasználás sem nyújt megfelelő megoldást (Kovács és Fodor, 2005). A növényekben nagy mennyiségben halmozódhatnak fel nitrátok, az ilyen növények fogyasztása pedig veszélyt jelent az emberekre, különösen a csecsemők számára (Nádasy és Nádasy, 2006). A környezeti károk elkerülése, valamint a megfelelő minőség-mennyiség arány elérése érdekében, a nitrogén felhasználásának mértékét és megosztását körültekintően kell megállapítani. Az esszenciális mikroelemek hiánya csökkentheti a NPK-trágyázás hatékonyságát (Bergmann és Neubert, 1976). Hiányuk csökkenti a termést, továbbá minőségi depressziót és a korokozók elleni fogékonyságot eredményezhet (Jagodin, 1984; Bergmann és Neubert, 1976). A növekvő NPK kijuttatásával és az egyre magasabb termésátlagok elérésével fokozódik a mikroelemek jelentősége is. Visszapótlásuk szempontjából a lekötődés miatt a talajtrágyázás sok esetben nem kivitelezhető, megoldást a lombrágyázás jelent (Pecznik, 1976; Szentpétery et al., 2005). Ezzel kikerülhetjük a talaj kémhatásából, kötöttségéből, valamint mész- és humusztartalmából adódható felvehetőség szempontjából gátló tényezőket. A levéltrágyázás eredményessége nem tisztázott egyértelműen. A kísérletek alapján (Harmati és Szemes, 1982; Szalay et al., 2009) a termésmennyiségre gyakorolt hatást több tényező együttesen határozza meg. Ezen tényezők a búzafajtán és az alkalmazott lombrágya fajtáján túl az időjárás (Erdélyi, 2008; 2009; Klupács et al., 2009), a tápanyag-ellátottság, a termésszint és a termőhely. A lombrágyák vagy növénykondicionáló szerek nem tartoznak a növényvédő szerek közé, de a minőségi növénytermesztésben fontos kiegészítők. Használatuk célja nem kifejezetten a károsítók elleni védekezés, hanem a növény általános kondíciójának javításával előidézett termésnövekedés és minőségi paraméterek javítása, esetleg egyéb kedvező hatások kifejtése a termesztéstechnológia szempontjából (Harnos et al., 2009; Erdélyi et al., 2009). Mindazonáltal alkalmazásuk állati és növényi károsítók ellen érvényesülő mellékhatást is eredményezhet. A növénykondicionáló szerek közé természetes anyagokat tartalmazó, sok esetben pontosan nem meghatározható hatóanyag összetételű készítmények tartoznak. A növényekből, algákból, esetlegesen más heterogén alapanyagokból összeállított szereknél nem beszélhetünk egyféle konkrét hatásról. Használatuk többféle, összetett hatást eredményez. Természetes eredetüknek köszönhetően engedélyezésük egyszerűbb, mint a növényvédelmi szerek csoportjába tartozó készítményeké (Tőkés, 2007). A tudományos kutatómunkák eredménye és a társadalmi elvárások egyaránt környezetkímélő mezőgazdasági irányzatok terjedése felé mozdítja a termesztést a fejlett országokban. A lombrágyák jelentősége megnő a környezetkímélő rendszerekben, mert itt korlátozott számban áll rendelkezésre megfelelő szer a tápanyag-utánpótlásra, valamint a növényvédelemre is. A következő kísérletben különböző természetes alapanyagokból készült lombrágyák hatását vizsgáljuk, melyek engedélyezettek a különböző ökológiai gazdálkodási rendszerekben, illetve összehasonlítás céljából vizsgálunk egy kizárólag a hagyományos termesztésben engedélyezett szintetikus készítményt (Folicare).

Anyag és módszer

A kísérleti terület Hatvan-Nagygyombos térségében, csernozjom-barna erdőtalajon (calciustoll) helyezkedik el. Az 'Alföld 90' őszi búzafajtát 10 m²-es parcellákban vetették el 2008-

ban. A terület nem kapott műtrágyakezelést. A parcellák eltérő lombtrágya kezelést kaptak véletlen blokk elrendezésben, 4 ismétlésben. A felhasznált lombtrágyák a Folicare kivételével engedélyezettek az ökológiai gazdálkodásban. A felhasznált készítményeket az **1. ábra**, a kialakított kezelésszinteket és jelölésüket az **1. táblázat** mutatja be.



1. ábra Lombtrágya készítmények
Figure 1. Foliar fertilizers

Ismétlés	Lombtrágya	Jelölés
4	Biomit Plussz	1
4	Bioplasma Cu	2
4	C-komplex	3
4	Hungavit G	4
4	Natur Biokál 01	5
4	Folicare 19-11-24 Cu	6
4	Kontroll	0

1. táblázat Kezelésszintek és jelölésük
Table 1. Treatments and their designations

A kísérleti parcellák növénymagasság (cm), kalász hossz (cm), termés mennyiség (kg/10m²) és minőségi paraméterek (fehérje (%), nedves siker (%)), továbbá ezerszemtömeg (g) szempontjából kerültek kivizsgálásra. Fenti vizsgálatokon túl a kezelt parcellákról gyűjtött kalászok spektrális tulajdonságait elkülönítés szempontjából vizsgálva végeztünk méréseket egy ASD FieldSpec 3 MAX típusú hordozható spektrométerrel (**2. ábra**).



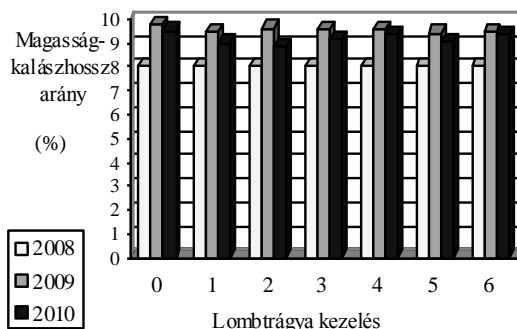
2. ábra ASD FieldSpec 3 MAX hordozható spektrométer
Figure 2. ASD FieldSpec 3 MAX portable spectroradiometer
(ASD Inc. 2010)

A méréseket labor körülmények között, 350 és 2500 nm közötti hullámhossz-tartományban végeztük.

Eredmények

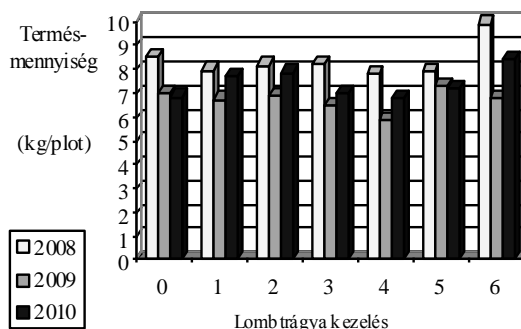
A vizsgált paraméterekben mérsékelt eltérések jelentkeztek a kezelések függvényében. Növénymagasság és kalász hossz esetében arányszámokat képezve hasonlítottuk össze az adatokat. Az eredmények, melyeket a **3. ábra** szemléltet, mindhárom évjáratban homogén eloszlást mutatnak, egyik lombtrágya sem ért el szignifikánsan magasabb arányszámot a kontroll parcellákhoz képest.

Termésmennyiség szempontjából összehasonlítva a kezeléseket 2008. évben egyedül a Folicare lombtrágya esetében mértünk a kontrollhoz képest nagyobb termés hozamot. A 2009-es évjáratban azonban ez a kezelés már alul maradt, a kontrollhoz képest javulást az ötös számú kezelés, a Natur Biokál 01 adta. 2010-ben az adatok alapján ismét a Folicare mutatkozott a legeredményesebbnek. Az értékek alakulását a **4. ábra** foglalja össze.



3. ábra A növénymagasság és kalász hossz aránya

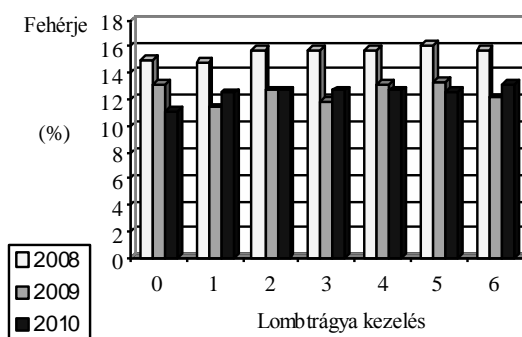
Figure 3. Height and ear ratio



4. ábra A termésmennyiség

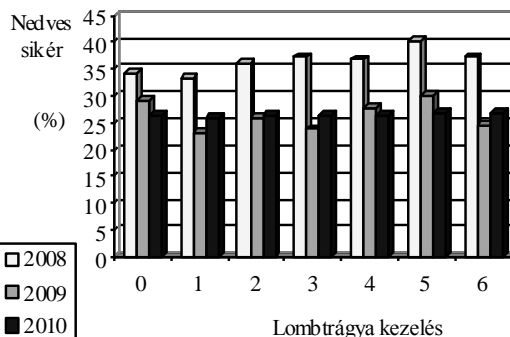
Figure 4. Yield

A minőségi paraméterek esetében az adatok tendenciája konzekvensen a lombtrágya pozitív hatását jelzi. Fehérje esetében két évjáratban a legmagasabb értéket az ötös számú kezelés adta, azonban az idei évben a Folicare kis mértékben jobbnak bizonyult. Az adatok alakulását az **5. ábra** mutatja be.



5. ábra Fehérje

Figure 5. Protein

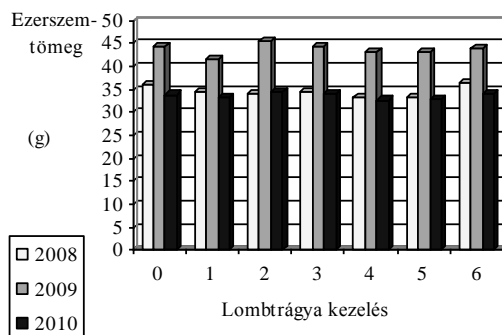


6. ábra Nedves siker

Figure 6. Wet gluten

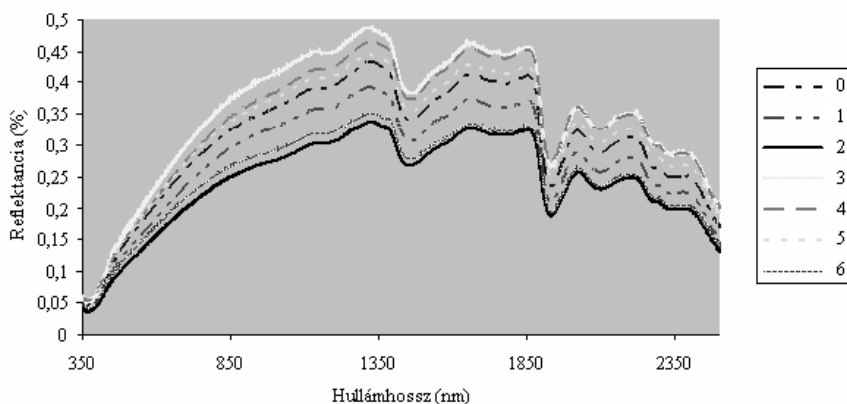
Vizsgálva a nedves siker mennyiségét szintén a Natur Biokál 01 lombtrágya kezelés eredményezte a legmagasabb értékeket két évjáratban, a harmadikban pedig a Folicare-rel közösen érték el a legmagasabb értéket. Az adatokat a **6. ábra** hasonlítja össze. Az ezerszemtömeg értékeket összehasonlítva a Folicare kezeléssel érték el 2008. évben a legmagasabb eredményt, de 2009 és 2010-ben a Bioplasmával történő kezelés adta a legnagyobb értéket. Az eredményeket a **7. ábra** illusztrálja.

Az adatok tendenciája az mutatja, hogy elsősorban a 2008-as és a 2010-es évjáratban jelentkezett a különféle lombtrágyák minőségjavító hatása fehérje esetében. Ez a hatás a nedves siker esetében is megfigyelhető, igaz 2010-ben a kontrollhoz képest elért minőség javulás már kevesebb.



7. ábra Ezerszem-tömeg
Figure 7. Thousand kernel weight

A 2010 évben a laborban végzett mérések során spektrális – a megvilágító fényforrásból beérkező és a kalászkokról visszaverődő sugárzás arányából, illetve összetételéből származtatott – reflektancia görbéket rögzítettünk, melyeket kezelésszintenként történő átlagolást követően a következő grafikonon mutatunk be (**8. ábra**).



8. ábra A különböző lombtrágya kezelést kapott parcellákról gyűjtött kalászkok reflektancia görbéi
Figure 8. The reflectance curves of the ears, which were collected from plots which were treated with different foliar fertilizers

Fenti görbék alapján a különböző lombtrágya kezeléseket kapott parcellák búzanövényeiről gyűjtött kalászkok spektrális tulajdonságaik szerint elkülönülnek.

Megvitatás

A tápanyagok hiánya száraz időszakban sokkal erősebben jelentkezik, és jobban megmutatkozik a növényen, a vizsgált paraméterekben különösen. A felhasznált lombtrágyákra jellemző, hogy alapvetően a növény tápanyagfelvételének és általános kondíciójának javításával, a zöld felület növelésével érik el kedvező hatásukat. A jellemzően csapadékos időjárás önmagában is segíti a tápanyagok feltáródását, mérsékelve, vagy akár elfedve a különféle lombtrágyák hatásait. Az eredmények alapján a lombtrágyák terménynövelő és minőségjavító hatása nagymértékben függ a csapadéktól, ezért alkalmazásuk megtérülése erősen függ az adott évjárattól. A spektrométerrel végzett vizsgálat, illetve a rögzített reflektancia görbék alapján a különböző kezelésszintek által eredményezett spektrális jellemzők, a minőségi és mennyiségi paraméterekben jelentkező mérsékelt

különbségek ellenére is elválnak egymástól. Az összefüggések meghatározásához további elemzésre van szükség.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak a Szent István Egyetem, Gödöllő és a FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, Gödöllő, valamint a nagygombosi kísérleti terület munkatársainak.

Irodalom

- ASDI Inc. 2010: Official Home Page. <http://www.asdi.com/products/fieldspec-3-max-portable-spectroradiometer> (Utolsó elérés időpontja 2010.08.29.)
- Bergmann, W., Neubert, P. 1976: Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. Verlag VEB Gustav Fischer, Jena. 711 p.
- Árendás T., Csathó P., Németh T. 2001. Tápanyagellátás a minőségorientált búzatermesztésben. In: Bedő Z. (szerk.): A jó minőségű, keményszemű búza nemesítése és termesztése. Martonvásár-Nádudvar-Szeged. p. 73–74.
- Erdélyi É., Boksai D., Szenteleki K., Hufnagel L. 2009: The role of biomass in mitigation of global warming. CIGR Symposium 2009.09.1–4., Rosario, Argentina.
- Erdélyi É. 2009: Sensitivity to Climate Change with Respect to Agriculture Production in Hungary. In: van Henten, E. J., Goense D., Lokhorst, C. (ed.): Precision Agriculture '09 Wageningen Academic Publisher, The Netherlands, p. 559–567.
- Erdélyi É. 2008: The potential impacts of climate change on main field crops and their yields, case studies in Hungary. "Klíma-21" Füzetek 55(English Special Edition): 53–79.
- Fenyvesi L. 2008: Characterization of the soil-plant condition with hyperspectral analysis of the leaf and land surface. Cereal Res. Com., 36(Suppl. 5): 659–663.
- Harmati I., Szemes D. 1982: A levéltrágyázás hatása a Jubilejnaja 50 és a GK Szeged búzafajtákra. Növénytermelés. 31(6): 533–537.
- Harnos N., Erdélyi É., Árendás T. 2009: Tartamkísérletek jelentősége a klímaváltozás hatásainak tanulmányozásában. In: Berzsenyi Z., Árendás T. (szerk.): Tartamkísérletek jelentősége a növénytermesztés fejlesztésében. A Magyar Tudományos Akadémia Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár, p. 101–106.
- Jagodin, B. A. 1984: Sulphur, magnesium and micronutrients and their role in plant nutrition.
- Jolánkai M. 2004: Szántóföldi növények vetőmag-termesztési technológiája. In: Izsáki Z., Lázár Z. (szerk.): Szántóföldi növények vetőmagtermesztése és kereskedelme. Mezőgazda Kiadó, Budapest p. 183.
- Kardeván P. 2010: A távérzékelési technológia jellemzése. Távérzékelési előadás FVM MGI 2010.
- Klupács H., Nyárai F., Balla I., Jolánkai M. 2009: Water availability – A stressor influencing quantity and quality of winter wheat *Triticum aestivum* L. yield. Cereal Research Communication, 37: 361–364.
- Kovács G., Fodor N. 2005: A klímaváltozás tápanyagra gyakorolt hatásának becslése. In: Kovács G., Csathó P. (szerk.): A magyar mezőgazdaság elemforgalma 1904 és 2003 között Agronómiai és környezetvédelmi tanulságok. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest. p. 230–234.
- Kristóf D. 2005: Távérzékelési módszerek a környezetgazdálkodásban. Doktori értekezés 9 p.
- Milics G., Burai P., Lénárt Cs. 2008: Pre-Harvest Prediction of spring barley nitrogen content using hyperspectral imaging. Proceedings of the VII. Alps-Adria Scientific Workshop. Szlovákia, Stara Lesna. 2008. április 28.–május 2. Cereal Research Communications, 36: 1863–1866.
- Milics G., Virág I., Farouk M. A., Burai P., Lénárt Cs. 2010: Airborne hyperspectral imaging for data collection for resilient agro-ecosystems. 9 th Alps-Adria Scientific Workshop. Növénytermelés, 59(Suppl. 6.): 593–596.

- Nádasy E., Nádasy M. 2006: Some harmful or useful environmental effects of nitrogen fertilizers. Cereal Research Communication 34(1): 49–52.
- Nagy V., Štekauerová, V., Šútor, J., Milics G. 2008: Felszín alatti vízkészletek – a talajnedvesség, mint megújuló energiaforrás. A fenntartható fejlődés és a megújuló természeti erőforrások környezetvédelmi összefüggései a kárpát-medencében c. nemzetközi konferencia. Pécs, MTA Regionális Kutatások Központja. p. 37–46.
- Németh T. 1996: Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogénforgalma. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest.
- Németh T., Pálmai O., Horváth J. 2006: Evaluation of the N-fertilization of winter wheat based on the N_{min} -method in farm practice. Cereal Research Communication 34(2): 589–592.
- Pecznik, J. 1976: Levéltrágyázás. (Foliar Fertilization.) Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Szalay D. K., Farkas I., Szalay D. 2009: Evaluation of nutrient supply as abiotic stressor on winter wheat *Triticum aestivum* L. performance. Cereal Research Communication, 37(2): 21–24.
- Szentpétery Zs., Jolánkai M., Kleinheincs Cs., Szöllősi G. 2005: Effects of nitrogen topdressing on wheat. Cereal Research Communications, 2–3: 619–627.
- Tökés G. 2007: Növekedésszabályozók és növénykondicionáló szerek használata a kertészeti és szántóföldi növénytermesztésben. 12. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum, Debrecen. p. 206–213.
- Yang, C., Everitt, J. H., Bradford, J. M., Murden, D. 2009: Comparison of airborne multispectral and hyperspectral imagery for estimating grain sorghum yield. Transaction of the ASABE. p. 641–651.

Abstract

THE POSSIBILITY TO SEGREGATE DIFFERENT NUTRITION LEVELS USING SPECTRAL ANALYSIS IN WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

KORNÉL D. SZALAY ^{1,3}, ÁKOS TARNAWA ², ISTVÁN BALLA ², IMRE T. TOLNER ³ and LÁSZLÓ FENYVESI ³

¹ Szent István University, Outer Agricultural Technical Department
H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1., Hungary, e-mail: szalay@fvmmi.hu

² Szent István University, Doctoral School of Plant Sciences, Gödöllő

³ Hungarian Institute of Agricultural Engineering, Gödöllő

The hyperspectral remote sensing has greatly improved the efficiency of remote sensing technology, which incidentally proved to be appropriate to analyse large areas according to different quantity and quality parameters in a fast and economic way. Hyperspectral technology can be fitted exquisitely in the agricultural production, in the environment protection and in several other industrial applications according to quantity and quality evaluation methodology. In the following experiment we are analysing different nutrition levels of the 'Alföld 90' winter wheat variety using field spectroradiometer in the wavelength of 350 and 2500 nm. In the experimental arrangement different nutrition levels were applied on 10 m² plots which were studied according to quantity and quality parameters. The treatments were carried out in agronomic replicated blocks. In order to identify the correlations, beyond the spectral analysis we evaluated plant height (cm), ear size (cm), yield (kg/10m²) and quality parameters to make comparative examinations.

BIOGÁZ ÜZEMBŐL KIKERÜLŐ FERMENTLÉ PRECÍZIÓS KIJUTTATÁSÁNAK VÍMINŐSÉG-VÉDELMI MONITORINGJA

SZÖLLÖSI NIKOLETT¹, TAMÁS JÁNOS¹, PETIS MIHÁLY² és MÉZES LILI¹

¹Debreceni Egyetem, Víz és Környezetgazdálkodási Tanszék
4032 Debrecen, Böszörményi út 138., e-mail: szollosi@gissserver1.date.hu,
tamas@gissserver1.date.hu, mezes@gissserver1.date.hu

²BátorCoop
4300 Nyírbátor, Árpád út 156/A., e-mail: mihalypetis@gastor.hu

Összefoglalás

Magyarország területének 49%-át nyilvánították sérülékeny vízbázison található területnek. Az Európában is magas arány azzal párosul, hogy 71%-án az ország területének mezőgazdasági tevékenységet folytatnak. A mezőgazdaság a legnagyobb vízhasználó gazdasági szektor, így különösen nagy felelőssége van a felszíni és a felszín alatti vízkészletek minőségének megóvásában. A meglévő és épülő mezőgazdasági biogáz üzemek egyik fő problémája, hogy nem integrált fejlesztés eredményeként jöttek létre, így a termelési részfolyamatok az alapanyagnyerés, feldolgozás, energetikai hasznosítás, melléktermék elhelyezés gyakran elválik egymástól rontva az egész rendszer optimális működési lehetőségét. Emellett újabb környezeti kockázatok is felmerülnek a termelés során. A nyírbátori mezőgazdasági biogáz üzem fejlesztési tapasztalatait mutatjuk be, kiemelve a környezetvédelmi szempontokat. A Nyírségben üzem található gyengébb termőképességű talajokon, olyan magas technológiai szintet képviselő alkalmazott kutatás és kísérleti fejlesztést végeztünk, amely kielégíti az Európai Unió mezőgazdasági- és élelmiszeripari eredetű anyagok kezelésével-elhelyezésével kapcsolatos műszaki és jogi szabályozási követelményeit. A kutatás egyrészt a biogáz üzemek melléktermékeként folyamatosan keletkező biotrágya termőhely specifikus precíziós kijuttatására irányul, mely a növények tápanyag utánpótlásául szolgálhat, emellett jelentős mennyiségű vizet is tartalmaz. A fermentlé elhelyezésére szolgáló területeken hat talajvízkút szolgálja a monitoring tevékenységet, és további három kút szolgálja a talajvízszint figyelését. A kutatás másrészt az alapanyagok és a biotrágya ellenőrzött logisztikai rendszerének kiépítésére irányul. Ennek eredményeként egy teljesen zárt és környezetileg maximálisan biztonságot nyújtó logisztikai rendszer megvalósítására kerül sor biogáz termelés területén.

Kulcsszavak: biotrágya, talajvíz, környezettudatosság, talajvédelem, növénytermesztés

Bevezetés

A mezőgazdaság szempontjából az egyik legfontosabb feladat a termőtalaj termőképességének fenntartása, lehetőleg a környezetkímélő, illetve az ökogazdálkodás feltételeinek megfelelően. Az Európai Unió ökotörvénye szerint a talaj termőképességének biológiai aktivitását, fenntartását, tápanyag-utánpótlását, valamint talajkondicionálását elsősorban zöldtrágyák, szerves trágyák, komposztált szerves anyagok talajba juttatásával kell megoldani.

A nyírbátori üzemben felhasznált hulladékok közel fele az üzem szomszédságában képződik. A megtermelt hígtrágya hasznosításához ezer ha zárt nyomóvezetékekkel ellátott öntözhető szántóterület áll rendelkezésre (Petis, 2004). Az üzemből kikerülő fermentlé értékes biotrágyaként szolgál a növénytermesztés számára. A biogáz üzemi fermentlé makro- és mikroelemeket tartalmaz, de a kijuttatandó mennyiséget az össz-N-tartalma alapján számolják, mivel a 49/2001. (IV.3.), módosítva 27/2006.(II.7.) Kormányrendelet korlátozza a termőföldre évente kijuttatható nitrogén mennyiségét. Biogázgyártás során az istállótrágyánál, valamint a komposztnál értékesebb nitrogén-,

foszfor- és káliumdús biotrágyát nyernek. A szántóföldi hasznosítás csak az év meghatározott időszakaiban végezhető, ezért a kijuttatás hiányában átmeneti tározókban gyűjtik össze és tárolják.

A biogáz üzem végtermékének trágyaként való felhasználásakor a földekre valóban értékesebb, a növények számára könnyebben felvehető állapotú, nitrogénben, foszforban, káliumban és egyéb nyomelemekben gazdag tápanyagot juttatunk ki (Pongrácz, 2008). A fermentációs maradék a nitrogén, a foszfor és a kálium mellett rengeteg nyomelemet is tartalmaz a növények számára könnyen felvehető formában, a C:N aránya az anaerob erjesztés eredményeként csökken, nitrogéntartalma alig változik. A mobilis nitrátok mennyisége háttérbe kerül az ammónium-nitrogénnel szemben, ezáltal a nitrátszennyezés a felszíni és a felszín alatti vizekben is mérséklődik (Pongrácz, 2008). A fermentálé kedvező biológiai hatását, mivel jóval magasabb az ammónium-nitrogén aránya, alkalmazása a komposzthoz képest 50%-os, a műtrágyához képest 30%-os terméstoppletet eredményezhet a szántóföldi növénytermesztés során (Bai, 2005).

Ebben a tanulmányban a BátorCoop Kft. tulajdonában lévő legnagyobb magyar mezőgazdasági integrált biogáz üzemből kikerülő fermentlé precíziós körülmények között történő kijuttatásának tapasztalatait a mért adatokból, a határértékek figyelembe vételével értékeljük, és megoldási javaslatokat nyújtunk a felmerülő problémákra.

Anyag és módszer

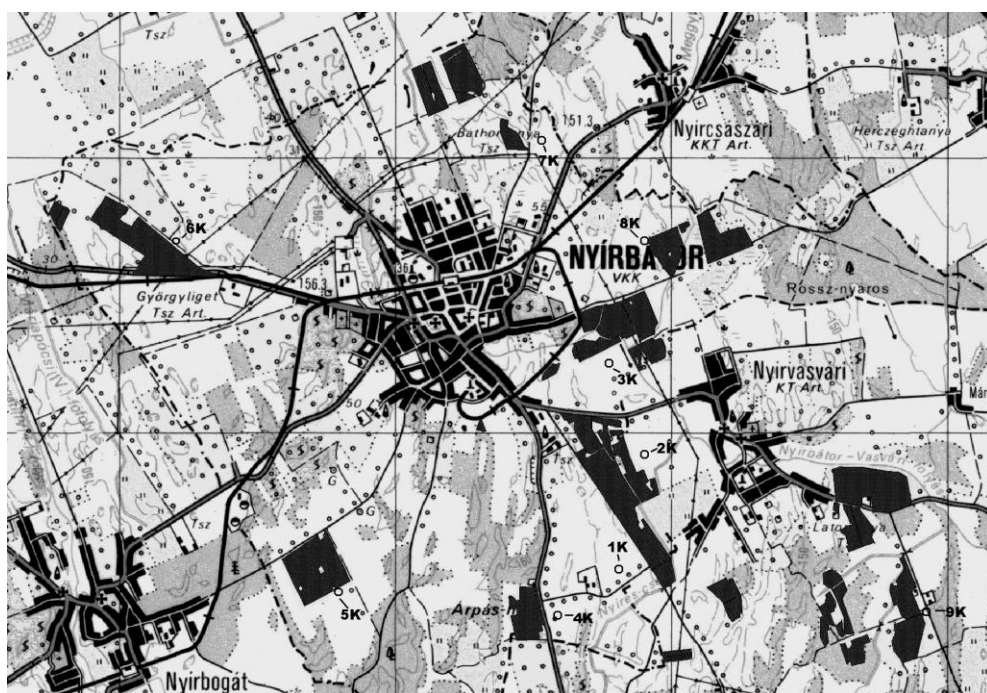
Az észak-nyugat magyarországi BátorCoop csoport Nyírbátori Biogáz Üzeme a 2003-ban kezdte meg működését. Az üzem nedves technológiájú fermentorokban állít elő biogázt. Környezetvédelmi szempontból azért jelentősége, mert szervesen illeszkedik egy növénytermesztéssel, állattenyésztéssel és állati termékek feldolgozásával foglalkozó gazdálkodási rendszerbe. Az üzemből elsősorban állati hulladékot (39%), trágyát (29%), növényi termékeket (13%), valamint növényi hulladékokat (19%) használnak. 3000 hektár saját és 5000 hektárnyi szerződéses földterületen termesztik a növényi erőforrásokat.

Az üzemi fermentorokban visszamaradó „biotrágya” saját a szántóföldeken a talaj tápanyagtartalmának pótlására használják. Az üzem fermentlé elhelyező területei azonban az EU Nitrát Direktíva szerint nitrát kimosódásra hajlamos, döntően homok, illetve homokos vályog talajok így a 170 kg/ha engedélyezett összes hatóanyag-tartalmat hagyományos agrotechnológiákkal nehéz ellenőrizni és betartani (Makádi et al., 2008). A biofermentlé precíziós mezőgazdasági elhelyezésnek előkészítése során nagyfelbontású digitális adatbázist készítettünk. Ez tartalmazta a terület digitális domborzati modelljét, valamennyi műszaki objektum geodéziai felmérését, a területről készült űr és légi felvételeket. Részletes talajmintavételezés alapján készült el az elhelyező terület talajtani térképe, amely tartalmazta a talajok szerves anyag, pH, makro-mikro tápanyag-ellátottság viszonyait, vízgazdálkodási tulajdonságait.

Monitoring kutak

A víztartó réteg telített zónájában lejátszódó folyamatok és változások nyomon követésére leginkább a figyelő kutak alkalmasak. A figyelő kutak telepítésének a célja olyan mérési, megfigyelési adatok gyűjtése, amelyeknek feldolgozása alapján figyelemmel lehet kísérni, illetve ellenőrizni lehet a terület vízforgalmát, vízjárását, az áramlási viszonyokat és a vízminőség alakulását. A figyelő kutak telepítését úgy kell tervezni, hogy azok külön-külön és az általuk alkotott vizsgálati, vagy ellenőrző rendszert együttesen a lehető legtöbb és legmegbízhatóbb adatokat szolgáltatssa a fenti cél érdekében. A talajvízszelző kút kútfejét úgy kellett kialakítani, hogy az észlelés, a mintavétel, az időszakos vizsgálat és az időszakos fenntartási és felújítási munka zavartalan lehessen. Nagy talajvízmozgású területeken a vizsgálatok gyakorisága negyedévente egyszer, egyébként évente egyszer (22/2001. (X.10.) KÖM rendelet 1. sz. mellékletében leírtakkal) történik. A hat darab monitoring kút esetében a fúrás öblítéses fúrásmóddal készítették. A kútmélység mindegyik kút esetében 10 m mélységű, 10 l/perc vízhozammal rendelkeznek. Hőfokuk 10 °C. A kutak szűrőzése a talajfelszíntől számolva 4. métertől a 9.-ik méterig tart. A csövezés

kivitelezése némileg eltér egyes kutak esetében, de anyagukat tekintve megegyeznek, 165/155 mm-es acélból készültek. A felszíntől felfelé mérve 0,80 m-ben, illetve a talajfelszíntől számítva lefelé haladva 10 m-ig mindegyik kút 110/100 mm-es PVC csőből készült. A nyugalmi vízszint kis eltérésekkel, talajfelszín alatt 2,95 és 3,20 m közötti értékek közt mozog. Az üzemi vízszint 4,85–5,85 m között változik. A megfigyelő kutakat a sérülés elleni védelem miatt aknában, zárható fedlappal kellett elhelyezni, kiemelt kútfej esetén erre a célra rendszeresített zárószerkezettel, kútsapkával kellett ellátni. A csökutakat elsősorban felszínközeli, durva szemcséjű (kavicsos homok, homokos kavics) vízáadó rétegekbe mélyítik, amelyek rendszerint jó vízáadó képességűek és több irányú vízpótlással rendelkeznek. Ilyen csökutakat alakítottak ki nyírbátori és nyírvasvári területeken is (**1. ábra**), melyek adatai alapján kerültek elemzésre a nitrát mellett más, a környezetre veszélyt jelenthető anyagok, mint pl. szulfát, ammónium.



1. ábra A monitoring kutak elhelyezkedése
Figure 1. Monitoring wells

A lemosódó komponensek közül elsősorban a nitrogén és a foszfor a meghatározó az eutrofizálódás szempontjából. A kijuttatott trágyákkal az N, P, K egy része a talajvízbe mosódik, és a mozgó talajvízzel tovább szivárog. A pH mérése szintén fontos, hiszen ez mutatja a talaj kémhatását, ennek értékéből tudunk következtetni egyes tápanyagok, szennyező anyagok mobilitására és felvehetőségére a talajban. A KOI a vízben lévő szerves anyagok kémiai lebontásához, oxidálásához szükséges O_2 mennyiségét jelenti. Tulajdonképpen ez a víz szennyezettségének mérőszáma. Szintén mértük a kutak vízszintjét a talajvízszennyezés elkerülése érdekében.

Ezen kutak segítségével kísérjük figyelemmel a fermentlével történő kijuttatás szabályosságát, határértékeknek megfelelően.

A cég növénytermesztési szakemberei éves tápanyagmérleg alapján számították ki a területre kihelyezhető fermentlé mennyiségét, figyelembe véve a tervezett növény éves tápanyagigényét és a talaj tápanyag-szolgáltató képességét.

A vizsgálati terület adottságai

A Nyírségi homokhát jellemző talajtakarója a Ramann-féle és a kovárványos barna erdőtalaj, a savanyú futóhomok-, humuszos homoktalaja és a mélyebben fekvő területek réti talaja.

A térség éghajlatát a tájegységre jellemző kontinentális hatás befolyásolja: mérsékelt hűvös-mérsékelt száraz éghajlatú. A napsütés évi összege sokéves átlagban 2000 óra. A csapadék összege 570 mm körüli, melynek legkisebb és legnagyobb értéke 359–822 mm. Legcsapadékosabb hónap a június-július, legszárazabb a február-március. Viszonylag későn tavaszodik, a hőmérséklet csak április közepe körül éri el a 10–12 °C napi középhőmérsékletet.

Domborzati és hidrológiai viszonyoknak megfelelően a blokkok általában gyengén hullámos felületűek, makro és mikro-mélyedésekkel barázdáltak. A talajvíz ingadozása október és május között emelkedik, nyáron azonban mélyre húzódik.

A 43/2007. FVM rendelet MePAR blokkok szerint tartalmazza hazánk nitrátérzékeny területeit. A rendelkezésre álló adatok szerint az érintett blokkok vízbázissal és egyéb természetvédelmi oltalommal nem érintettek.

Laboratóriumi mérések

A kilenc megépített kútból a pH, szulfát, illetve nitrogénformák (ammónium, nitrit, nitrát) mérését végeztük el. A méréseket a nyírbátori üzem laboratóriumában hajtottuk végre. A pH mérése az egyik legpontosabb meghatározással történt, potenciometriás módon. Az általunk mérendő oldatba üvegelektrodát merítettünk. Egy elektród potenciálját mindig egy másik elektródhoz viszonyítva lehet meghatározni, a köztük kialakuló feszültségkülönbség mérésével. Ezért a mérőelektrodát egy referenciaelektróddal galvánelemmé kapcsolják össze. A galvánelem elektromos erejéből pedig a pH kiszámítható. A vízminták foszfát- és nitráttartalmát kontiflo készülékkel (Skalár) mértük. A szulfáttartalmát spektrofotométeren mértük 420 nm-es tartományba. A szulfátionok acetátos környezetben bárium kloriddal csapadékot képeznek, miközben bárium szulfát kristályok keletkeznek. Fotometriásan mérjük a Ba-szulfát szuszpenzió fényszórását, és a szulfátkoncentrációt standard kalibrációs görbe segítségével határozzuk meg. Az ammóniumion meghatározása indofenol reakcióval, spektrofotometriás eljárással történt. Az ammóniumion hipokloritok jelenlétében lúgos közegben fenollal, illetve fenol vegyülettel reakcióba lép és kékes színű indofenol keletkezik. A vegyület-származék színintenzitása az ammóniumion-koncentráció függvénye és ez spektrofotométerrel 680 nm hullámhosszon meghatározható.

Eredmények

A nyírbátori biogáz üzemnek 2004-től folyamatos Research and Developing szerződése van a Debreceni Egyetem, Víz és környezetgazdálkodási tanszékével, amelynek keretében a fentiekben leírt kutatási feladatokat közösen végezték.

A beszállítástól a fermentálé precíziós elhelyezéséig egységes termékpálya követési rendszer kiépítése már megvalósult. Mivel a gyár vegyes összetételű alapanyagokból dolgozott ezért az üzemi kockázatok csökkentése érdekében annak minőségbiztosítási rendszerét kiterjesztette a beszállítói hálózatra és az output precíziós szántóföldi elhelyezésére egyaránt. A rendszer kiépítésében szintén a Debreceni Egyetem kutatói segítettek, akik a környezettudományi – informatikai – környezetközvetítő vállalatirányítási tapasztalataikat használták fel.

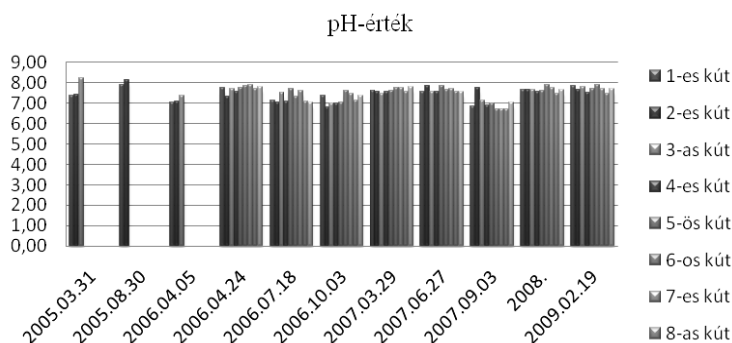
Ennek eredményeként egy teljesen zárt és környezetileg maximálisan biztonságot nyújtó logisztikai rendszer megvalósítására került sor. A fermentált végtermék kihelyezés két alternatív technológiája: A) a csőhálózaton (irrigation pipeline) végzett szállítás és cserélhető dobos vízágyús kijuttatás; B) a tengelyen végzett kiszállítás és kanalas felszíni terítés. Mindkét technológia alkalmazásához elkészült a precíziós táblakon belüli vezérlés GIS térképi adatrendszere. A gyakorlatban a fermentálé öntözés esetén a BAUER Rainstar T61 típusú szomszédos sávok határán a keresztirányú egyenetlenségi tényező kisebb, mint 15%. A kanalas terítés során az előre

megtervezett digitális térképi adatokat Trimble AgGPS FM 550 fedélzeti számítógép segítségével teszteltük. A computer a feltöltött digitális térképek alapján vezérli a rendszert. Ez a meghatározott útvonalon az előre programozott fermentlé kijuttatását ellenőrzi és szabályozza.

Monitoring kutak mérési eredményei

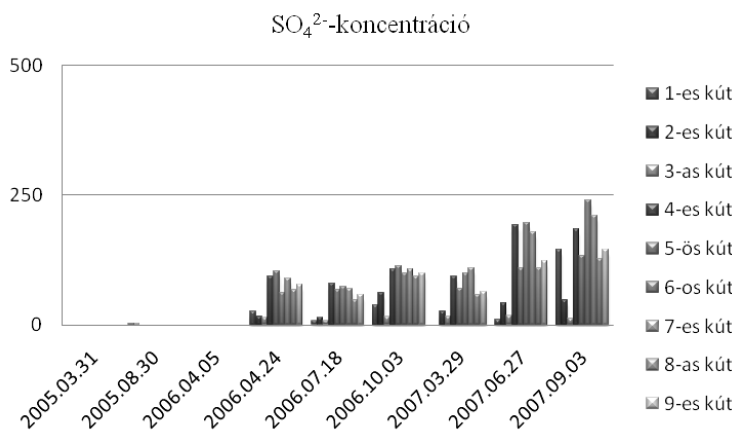
2005-ös évtől kezdődően vizsgáltuk a pH, a szulfát, nitrát és ammónium értékét a talajvízben. A rendeletek által megengedett határértékeket vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a mért koncentrációk nem lépik túl a megengedhető szintet.

A pH esetében a megengedett intervallum 6,5–9,0 között változik, mely tájékoztat a víz korróziós tulajdonságairól, lúgosságáról, savasságáról. A kilenc kút esetében mért értékek közül (2. ábra) egyik érték sem éri el a 9-es pH-értéket, illetve egyik sem süllyed le 6,5 pH alá.



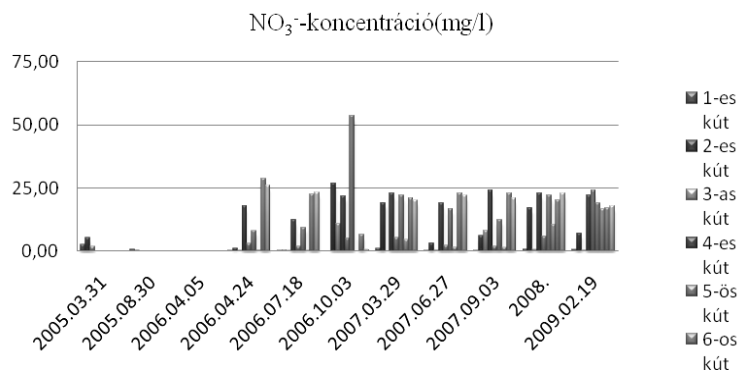
2. ábra A pH-mérés
Figure 2. The pH measurement

Az SO_4^{2-} határértéke 250 mg/L. 2007.09.03-án mért adatok alapján ez jóval meghaladta a határértéket. A (3. ábra) mért koncentráció egyik esetben sem lépte át a megengedett határértéket.



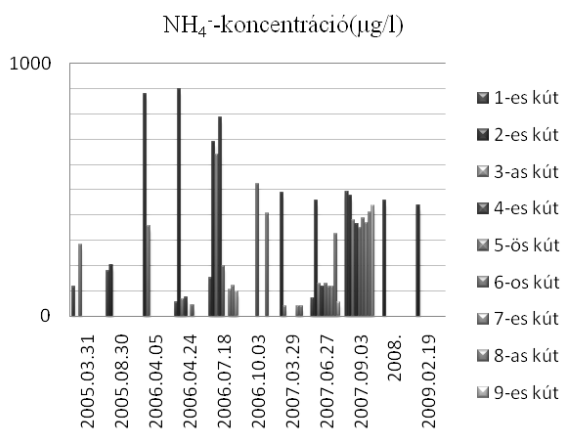
3. ábra Szulfát értékek (mg/l)
Figure 3. Sulphate values (mg/l)

A NO_3^- -koncentráció határértéke 25 mg/l. Az 1-es kút esetében (5. ábra) egyik mért minta koncentrációja sem haladta meg a határértéket. 2006. évtől kezdve egyik kút értékei sem lépték át a határértéket.



4. ábra Nitrátkoncentráció (mg/l)
Figure 4. Nitrate concentrations (mg/l)

Az ammónium (ami a védett rétegvizekben nem friss szennyeződésre utal) közvetlenül nem toxikus. Az ammónium esetén határérték megállapítására azért van szükség, mert a körülményektől függően nitráttá alakulhat. Az NH_4 -koncentráció határértéke (**6. ábra**) 500 $\mu\text{g/l}$. A 2006. év óta egy koncentráció sem haladta meg a határértéket.



5. ábra Ammónium-koncentráció ($\mu\text{g/l}$)
Figure 5. Ammonium concentrations

A fermentlé alkalmazásával biztosíthatják a termesztett növény számára szükséges összes tápanyagot, viszont figyelemmel kell kísérni, hogy a talaj tápanyagtökéje ne csökkenjen, és túladagolás se következzen be (pl. nitrátosodás). Rendszeres alkalmazása során ne indítson el a talajban káros folyamatokat (pl. savanyodás), és a lehetőleg a növény igényeihez lehessen alkalmazni.

A biogáz üzemi fermentlé az egységesített 50/2001. Kormányrendeletben rögzített határérték-skála alapján értékelve nem tartalmaz káros anyagokat, tehát az elhelyezésnél nem jelentkezik ilyen jellegű korlátozó tényezője. A talajminták laborvizsgálata nyolc toxikus nehézfémre is kiterjedt és azokat értékelve a 10/2000./IV. 2./ KÖM-EÜM-FVM együttes rendelet határértékekről alapján sehol nem lépik túl a B háttér koncentrációt.

A kijuttatott fermentlé jobb tulajdonságokkal rendelkezik, mint a hígtrágya, bár kiöntözésére ugyanazok a szabályok vonatkoznak. Hatása gyorsabb, mint a szerves almos trágyáé. Bomló anyagoktól, és patogén mikroorganizmusoktól mentes, így kevésbé veszélyes alkalmazása, szervesetlen műtrágya helyettesítésére is felhasználható.

Megvitatás

A centralizált gyárakban keletkező nagy mennyiségű fermentált végtermék elhelyezése kockázatos, mivel a nem pontos elhelyezés talajokból kimosódást, illetve szaghatást okoznak. A szigorodó agrár-környezetvédelmi előírások miatt a termelők még a tápanyagban gazdag anyag elhelyezését is kockázatosnak tartják, amely további költségeket jelent. A kockázatokat kutatási laborvizsgálatokkal lehet mérsékelni, mint erre a fentiekben rámutattunk. Az optimális receptura kombinációk a káros gázkibocsájtást (ammónia, kénhidrogén) tudták csökkenteni. A GIS logisztikai rendszer az input kontrollját, míg a GIS/GPS alapú precíziós mezőgazdasági rendszer az output környezetbarát elhelyezését biztosítja. Az ilyen módon zárt irányítási rendszerben a veszélyes hulladék keletkezésétől, a biogáz feldolgozáson keresztül a kijuttatásig követhetővé vált a biofermentlé életciklusa. A GPS koordináták és valós idejű koordináták archiválása biztosítja a legszigorúbb agrár-környezetvédelmi ellenőrzési igényeit is.

A kilenc kút által mért értékekből következtethetünk arra a tényre, hogy a biogáz üzemből származó fermentlé összetételét illetően, a talajba juttatva nem okoz környezetszennyezést, talajvízszennyezést, nem történik meg a határértékek túllépése sem. Az ammóniumkoncentrációnál a 2006-os évben több kút értéke is meghaladta a határértéket, míg a 2007–2009-es években nem sokkal, de határérték alatt vannak az értékek. Az utóbbi években az összes mért koncentrációra elmondható, hogy határérték alatt maradnak, ezért a határértékek túllépésének esetétől eltekintve javasoljuk a fermentlé további mezőgazdasági művelés alatt álló területekre történő kijuttatását. A fermentlé szakszerű, precíziós kijuttatása számos előnnyel jár a felhasználó számára. Javítja a talajok fizikai, kémiai és biológiai jellemzőit. Elősegítik a kedvező talajszerkezet kialakulását és fenntartását, valamint élénkítik a mikrobiológiai életet a talajban. Gazdagítja a humuszképződést, a szerves anyagok beépülését. A mikro- és makroelemeken kívül enzimeket és növekedés gyorsító hormonokat is tartalmaz, szaghatása pedig elhanyagolható a nyers hígtrágyával szemben. Az eddigi eredmények alapján az a véleményünk, hogy a fermentlé beváltja a hozzá fűzött reményeket és alkalmas a gazdaság tápanyag-utánpótlásának biztosítására. Az eredményekből megállapítottuk, hogy a fermentlé képes stimulálni a talajban lévő mikroorganizmusok számát, a talaj eredeti mikrobapopulációjának aktivitását, melyhez a kezelés során kijuttatott tápanyagok indirekt módon is hozzájárulnak. Az alkalmazott kezelések ezért eredményesen illeszthetők a fenntartható mezőgazdasági gyakorlattal, különösen az alacsony humusztartalmú homoktalajokon, amelyen a kezelés alatt álló nyírbátori és nyírvasvári területek is.

Köszönetnyilvánítás

Kutatásainkat a „Mezőgazdasági és élelmiszeripari hulladékok szántóföldi hasznosításának kidolgozása a környezetbiztonsági előírások teljesítése érdekében” című, OMFD-00818/2009 számú projekt keretében végeztük.

Irodalom

- Gábor I., Tamás J. 2009: Mezőgazdasági és élelmiszeripari hulladékok szántóföldi hasznosításának kidolgozása a környezetbiztonsági előírások teljesítése érdekében. OMFD-00818/2009. számú projekt. Kutatási jelentés.
- Makádi M., Tomócsik A., Orosz V., Lengyel J., Márton Á. 2008: Biogázüzemi fermentlé felhasználásának talajtani hatásai. Talajvédelem, Suppl. 465–474.
- Petis M. 2004: Szerves hulladékok újrahasznosítása. Agrárágazat, 9: 32–36.
- Pongrácz P. 2008: A biogáz jelentősége és felhasználási lehetősége az állattenyésztéssel összefüggésben. Agrárágazat, 5: 82–83.

Abstract

WATER QUALITY PROTECTION MONITORING OF PRECISION OUTPUT OF FERMENTATION LIQUID

NIKOLETT SZÖLLŐSI¹, JÁNOS TAMÁS¹, MIHÁLY PETIS² and LILI MÉZES¹

¹University of Debrecen, Department of Water and Environmental Management
H-4032 Debrecen, Böszörményi Street 138., Hungary, e-mail: szollosi@gissserver1.date.hu,
tamas@gissserver1.date.hu, mezes@gissserver1.date.hu

²BátorCoop
H-4300 Nyírbátor, Árpád Street 156/A., Hungary, e-mail: mihalypetis@gastor.hu

49% of Hungary's territory was declared vulnerable water resources in the area. In Europe, high rate of these areas coupled with 71% of the national territory and agricultural activities. Agriculture is the largest water using economic sectors, such as a particular responsibility is to surface and ground water quality preservation. The main problem is that existing farm-based biogas plants are not result of an integrated development, so the sub-processes of production, energy recovery, by-product placement is often separated from each other thus reducing the possibility of optimized operation system. In addition, new environmental risks are involved in production. The agriculture, biogas plant development experiences are presented highlighting the importance of environmental considerations. At mezo landscape scale of Nyírség the soil is a very complex system which is in close correlation with environment. Naturally, the soil fertility always changes in spatially and time. So on a parcel, fertile and less fertile soil spots could be separated. This difference reflects on the properties of plant cover but mainly in the quantity and the quality of yield. Nowadays plant production practice pass by heterogeneity of parcels which appears as a risk during utilisation process. The aim of the research is field specified precision allocation of biomanure which is permanent byproduct of biogas plants and on the other hand establish controlled logistic system of substrate and biomanure. As a result of the research a perfectly close logistic system, which satisfied with all environmental requirements is carried out in the field of biogas production.

SAVKEZELÉS HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA EGY TALAJ OPTIKAI TULAJDONSÁGAIRA

TOLNER IMRE T.¹, SZALAY D. KORNÉL² és TOLNER LÁSZLÓ^{1,3}

¹Mezőgazdasági Gépesítési Intézet

2100 Gödöllő, Tessedik Sámuel u. 4, e-mail: tolner@fvmmi.hu

²Szent István Egyetem, Talajtani és Agrokémiai Tanszék

³Szent István Egyetem, Kihelyezett Agrár- Műszaki Tanszék

Összefoglalás

A talajtulajdonságok meghatározása fontos a geológiában a mezőgazdaságban és a környezetvédelemben egyaránt. A hagyományos mérési eljárásokkal szemben a hiperspektrális távérzékelési technológia nagy területek felszíni talajrétegének gyors és gazdaságos elemzését teszi lehetővé. Az FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet spektorradiométere 350–2500 nm fényhullámhossz tartományban képes spektrális felvételeket készíteni. A talajokra jellemző spektrumok ennek a tartománynak a felső határán vizsgálhatók. A talajsavanyúság távérzékeléssel történő detektálása nem könnyű, mert a jellemzően csak a pH-változás közvetett hatásait vizsgálhatjuk a talajról visszaverődő fény spektrális változásaiból. A talajsavanyodáskor fellépő kémiai reakciók során keletkező molekulák, molekula részletek, ionok fényvisszaverődés megváltoztató hatását detektáljuk a berendezéssel. Így a savanyodáskor megváltozó anyagok segítségével lehet következtetni a talaj elsavanyodásának mértékére. A kísérlet során laboratóriumi körülmények között vizsgáltunk egy talajminta reflektancia spektrumát. A talajminta sósav kezelésével különböző mértékben megsavanyítottuk a mintákat. A savkezelés hatására a spektrum eltolódott. Az OH-csoportra jellemző hullámhossztartományokban jelentősebb eltolódást tapasztaltunk.

Kulcsszavak: hiperspektrális, talajtulajdonságok, talajsavanyúság

Bevezetés

A talajtulajdonságok meghatározása fontos a geológiában és az agrokémiában egyaránt. A hagyományos mérési eljárásokkal szemben a hiperspektrális távérzékelési technológia nagy területek felszíni talajrétegének gyors és gazdaságos elemzését teszi lehetővé. Az FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet hiperspektrális berendezései (AISA DUAL légi felvételező, ASD FieldSpec®3 Max terepi spektorradiométer) 350–2500nm fényhullámhossz tartományban képesek spektrális felvételeket készíteni. A talajokra jellemző spektrumok ennek a tartománynak a felső határán vizsgálhatók (Kardeván, 2000; 2007).

A talajsavanyúság távérzékeléssel történő detektálása nem könnyű, mert jellemzően csak a pH-változás közvetett hatásait vizsgálhatjuk a talajról visszaverődő fény spektrális változásaiból. A talajsavanyodáskor fellépő kémiai reakciók során keletkező molekulák, molekula részletek, ionok fényvisszaverődés megváltoztató hatását detektáljuk a berendezéssel. Mint, ahogy Bruno (2007) vizsgálatai is bizonyították az OH-csoport mennyiségi változásai okozta fényreflexiós hatások optikailag vizsgálhatók. Az OH-csoport mennyisége összefüggésben van a talajban található savas csoportok mennyiségével is.

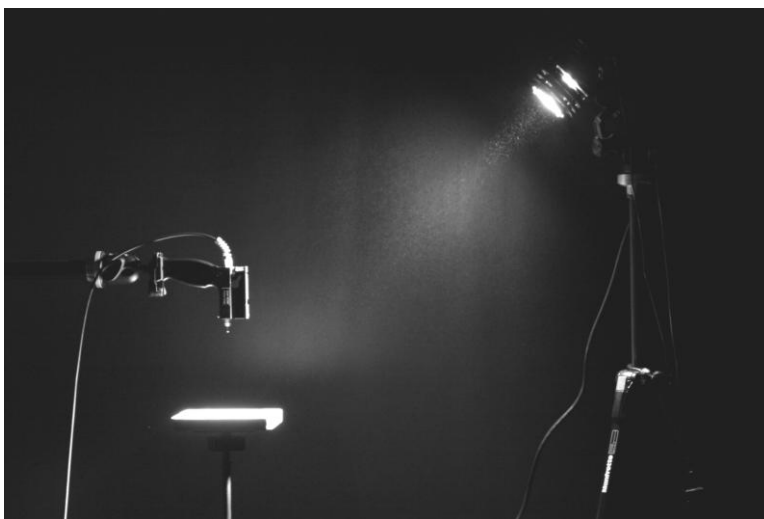
A különböző mértékben savanyú mintákat egy talajminta sósavas kezelésével állítottuk elő. A kísérletek során a talaj nedvszívó képességének változását tapasztalhattuk. A minta víztartalma erősen befolyásolja a minta reflexiós tulajdonságait (Neményi, 2008; Milics, 2004). Ennek nyomán különösen ügyeltünk a talaj szárítására.

A különböző mértékben savanyú mintákat egy talajminta sósavas kezelésével állítottuk elő. A kísérlet során laboratóriumi körülmények között vizsgáltunk a minták reflektancia spektrumát.

Anyag és módszer

A kísérletben használt csernozjom talajmintákat a Szegedi Gabonakutató Intézet kiszombori kísérleti mezőgazdasági területéről gyűjtöttük be. A mintavételezéskor a talajfelszínt búza borította, ezért terepi felvételeket a mintavétel időpontjában nem készültünk. A talajmintát szárítással, őrléssel, szitálással 2 mm-es szemcse nagyságúra készítettük elő. A különböző mértékben savanyú mintákat sósavas kezeléssel állítottuk elő úgy, hogy 100 g talajt 100 cm³ sósavval egyenletesen elkevertünk, majd 105 °C-on kiszárítottuk. A mintákat exikátorban hűtöttük le, és a mérésig ott is tároltuk. Az optikai vizsgálatokat teljesen száraz talajmintákkal végeztük.

A savkezelések 0, 5, 10 és 20 mmol értékűek voltak 100 g talajra számítva. A mérést speciális Laborszekrényben végeztük fénytől elzárva. A speciális fekete anyaggal (egész 350–2500 nm terjedő spektrumon 0.02 intenzitásúnak mért) bevont szekrény falak minimum 1 m-re helyezkedtek el a tárgyasztaltól, a lehető legjobban minimalizálva ezzel a háttér spektrum módosító hatását. Az őrölt talajminta által okozta szálló por, a gép saját hője, a talaj vissza nedvesedése az, ami a káros tényező maradt már csak, amit lehető legjobban minimalizáltunk. A mérési elrendezés az **1. ábrán** látható.



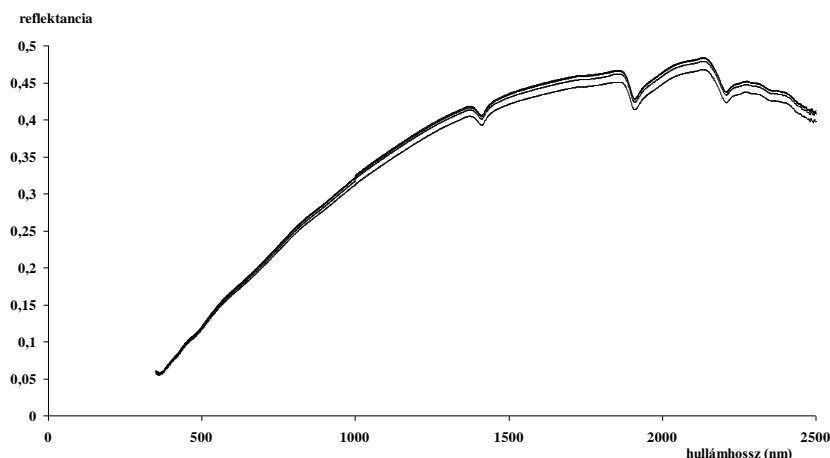
1. ábra A mérési elrendezés: balra középen az érzékelő, alatta a tárgyasztal, jobbra fenn a megvilágító fényforrás

Minden egyes kezelt talajmintáról a minták függőleges tengelyű elforgatásával 4 mérést végeztünk. Az elforgatási szögek 0, 90, 180, 270 fok voltak. Minden egyes mérés során 10*50 felvételt készítettünk a teljes spektrumtartományban (350–2500 nm). A kapott reflektancia értékeket úgy korrigáltuk, hogy azok arányát számítottuk a fehér referencialapra kapott reflektancia értékekkel.

Eredmények és értékelésük

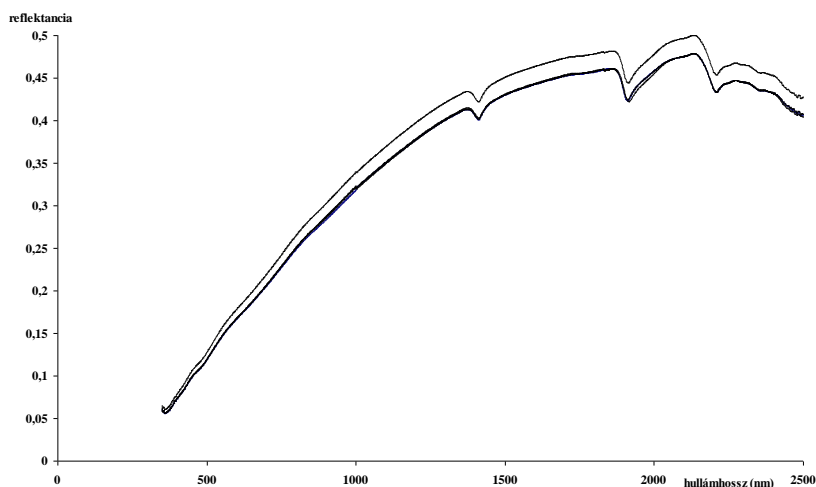
Minden egyes mérés során 10*50 felvételt készítettünk a teljes spektrumtartományban. Értékeljük az 50 mérés átlagaiból kapott mérési adatok szórását. Az átlagos szórás a desztillált vizes kezelés esetében 0,0005 reflektancia érték. Ha összehasonlítottuk a 90 fokkal elforgatott mintákról

kapott mérések átlagát, akkor az azok közötti átlagos szórásra 0,0057-es értéket kaptunk a desztillált vizes kezelések esetén. Az eltéréseket a **2. ábra** szemlélteti.



2. ábra A desztilláltvíz-kezelést kapott mintáról készült felvételek átlagai 90 fokként körbeforgatva (Az alsó görbe a 0 fokkal, a következő a 90 fokkal, a legfelső görbe a 180 és a 270 fokkal elforgatott minta reflektanciáját ábrázolja.)

Az eltérések az ábrán nem tűnnek túl jelentősnek, de a savkezelések által létrehozott változások is hasonló nagyságúak. Ez látszik a **3. ábrán**, ahol a 100 g talajra számított 0, 5, 10 és 20 mmol értékűek sósavkezelések hatására létrejött reflektancia változások láthatók.



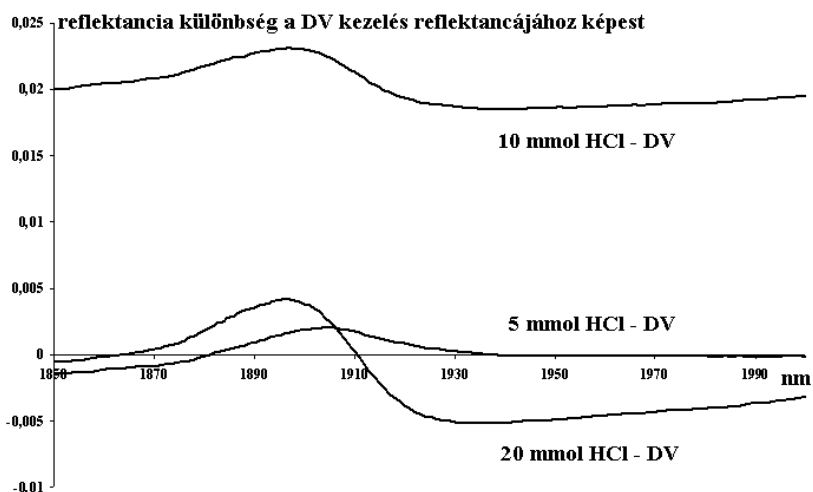
3. ábra A sósavkezelést kapott mintákról készült felvételek átlagai (Az alsó görbe a 100 g talajra számított 0, az 5 és a 20 mmol, a felső a 10 mmol sósavkezelés hatását jellemzi.)

Ugyanezt erősíti meg az, hogy a 4 savkezelés reflektancia értékeinek átlagai közötti átlagos szórás 0,0093-as érték, mi nem jelentősen nagyobb, mint az elforgatással kapott mérések átlagai közötti 0,0057-es átlagszórás érték.

A különböző értékű savkezelést kapott mintákról készült felvételek átlagai a **3. ábrán** vizsgálva az ábráról leolvasható, hogy a legnagyobb reflektancia értékeket a teljes spektrumon a 10 mmol savkezelést kapott mintáknál kaptunk, míg a többi kezelés és a kontrollra egymáson futó

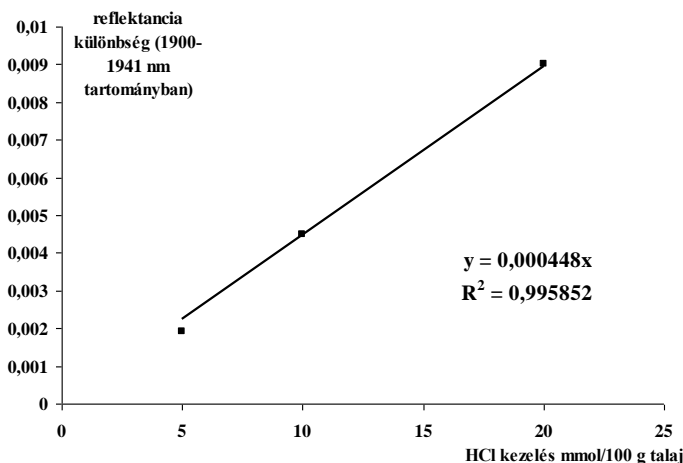
görbék kaptunk. Az ábrára tekintve látszólag nincs egyértelmű összefüggés savkezelés és a reflektancia görbe menete között.

Megvizsgáltuk azt, hogy különböző mértékű savkezelést kapott minták spektrumai mennyire térnek el a desztillált vizes (DV) kezelést kapott minta spektrumához képest, a különbség spektrumok egy szakasza érdekes eltéréseket mutat (4. ábra).



4. ábra Különbségspektrumok jellemző szakasza DV kezelés spektrumához képest

A különbségspektrumok x tengelyhez viszonyított abszolút helyzete nem jellemző a savkezelés mértékére, de a hullám jellegű változás igen. Ha megvizsgáljuk az 1900 és 1941 nm-en kapott értékek különbségeit, igen szoros lineáris összefüggést találunk a savkezelés értékeivel (5. ábra).



5. ábra Összefüggés a savkezelések és a 1900 és 1941 nm-en kapott reflektancia értékek különbségei között

Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy laboratóriumi körülmények között teljesen száraz talajmintán találtunk olyan hullámhossztartományt, amely jellemző az adott talaj savanyúságára. Ebben a tartományban a kezeletlen minta (DV kezelés) vizsgálatakor kapott reflektancia értékhez

képest a sósavval kezelt mintákra kapott reflektancia értékek változása jellemző a savkezelés mértékére.

Irodalom

- Kardeván P., Róth L., Vekerdy Z. 2000: Terepi spektrométeres mérések a 2000. márciusi, bányászati tevékenység okozta tiszai nehézfém szennyeződések hatásának vizsgálatára. Földtani kutatás, 37(4): 3–7.
- Kardeván P. 2007: Reflectance Spectroradiometry – A New Tool For Environmental Mapping. Carpath. J. of Earth and Environmental Sciences, 2(2): 29–38. www.ubm.ro/sites/CJEES/upload/2007_2/Kardevan.pdf
- Nemenyi M., Milics G., Mesterházi P. Á. 2008: The role of the frequency of soil parameter database collection with special regard to on-line soil compaction measurment. In: Formato, A. (ed.): Advence in Soil & Tillage Research. p. 125–140.
- Milics G., Nagy V., Štekauerová, V. 2004: GIS applications for groundwater and soil moisture data presentations. 12. Posterový deň s medzinárodnou účasťou a Deň otvorených dverí na UH SAV. Transport vody, chemikálií a energie v systéme pôda-rastlina-atmosféra, 25. november 2004, Ústav hydrológie SAV, Račianska 75, Bratislava, Slovenská Republika, Konferenčné CD.
- Seilera, B., Kneubühler, M., Wolfgrammb, B., Ittena, K. I. 2007: uantitative Assessment of Soil Parameters in Western Tajikistan using a Soil Spectral Library Approach. 10th International Symposium on Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing (ISPMSRS'07) Davos, Switzerland 12–14 March 2007.

IPARI MELLÉKTERMÉKEKKEL A CO₂ EMISSZIÓ CSÖKKENTÉSÉÉRT

TÓTH BRIGITTA

Debreceni Egyetem, Kerpely Kálmán Növénytermesztési- és Kertészeti Tudományok Doktori Iskola

4032 Debrecen, Böszörményi u. 138., e-mail: btoth@agr.unideb.hu

Összefoglalás

Munkám során arra akarok rámutatni, hogy a különböző ipari – gyártási folyamatok –, esetleg a lakossági felhasználás során keletkező melléktermékeket, hulladékokat, melyeknek nagy a szervesanyag-, mikroelem-, makroelem-tartalma, és nem jelentenek veszélyt a környezetre, ne hulladékként, hanem tápanyag visszapótló anyagként kezeljük, melynek során csökkenne a CO₂ és más üvegházhatású gázok légkörbe kerülése. Kísérleteimben a különböző hulladékok, melléktermékek (szennyvíziszap, komposzt, mésziszap) növénytermesztési alkalmazhatóságát vizsgáltam laboratóriumi körülmények között.

Kulcsszavak: növénytermesztés, műtrágya, komposzt, szennyvíziszap, mésziszap

Bevezetés

Az emberiség életében alapvető változásokat hozott az 1950-es években megindult tudományos-technikai fejlődés. Az energiaforrások feltárása, termelésbe vonása, a termelés automatizálása, a polimer anyagok széles körű felhasználása a termelékenységet megsokszorozta. Századunkban az ipari termelés 50-szeresére nőtt, és ennek 4/5-e 1950 óta történt. Az 1990-es évek ipari termelésének növekedése közel akkora, mint az 1938-40-es évek végén Európa teljes ipari tevékenysége volt (Környezet és Fejlesztés Világbizottság jelentése: Közös jövőnk, 1988). A természet- és környezetvédelem a II. világháború utáni felgyorsuló ipari, gazdasági fejlődés hatásainak az eredménye. A természeti környezet elemeiben végbemenő kedvezőtlen változások az élet fennmaradását veszélyeztetik.

A levegőszennyezés sok helyen katasztrofális. Az erőművek, gyárak, vegyi üzemek, gépkocsik nagy mennyiségű CO₂-ot, SO₂-ot, NO_x-ot, CO-ot, vegyi anyagokat, port, nehézfémeket juttatnak a légterbe és változtatják meg a levegő összetételét. Lévai (1991) szerint évente kb. 25–30 milliárd tonna szén-dioxid, 110 millió tonna SO₂, 69 millió tonna NO_x, 193 millió tonna Co, 57 millió tonna szénhidrogén kerül a légterbe.

A levegő összetételében a legnagyobb változást a fosszilis tüzelőanyagok elégetése okozza. Egyes megállapítások szerint 1860 és 1980 között a fosszilis tüzelőanyagok elégetése során kb. 185 milliárd tonna szén került a légkörbe. Napjainkban az így kibocsátott C mennyiségét 5 milliárd tonnára becsülik. A légkör CO₂-tartalma 1810-ben 260–270 ppm volt, ami 1985-re 345 ppm-re emelkedett. Egyesek szerint 550–600 ppm-et is elérheti, ha nem változtatunk termelői szokásainkon (ENSZ, 1992). Az égés során felszabaduló CO₂ más gázokkal együtt megnöveli a Földet körülvevő levegőréteg gáztartalmát és egy üvegházhoz hasonlóan, gátolja a Földről visszaverődő hősugarak világűrbe áramlását.

Az antropogén eredetű légszennyező anyagok hozzájárulása 1986-ban a globális üvegházhatás kialakulásához a következőképpen alakult: CO₂ 50%, metán 19%, halogénezett szénhidrogének 17%, troposzférikus ózon 8%, N₂O 4%, sztratoszférikus vízgőz 2%. Becslések szerint a jelenlegi tendenciák alapján a múlt század közepéhez képest a 2030–2050-es évekre a légkör CO₂-tartalma megkétszereződhet és ez 1,5–4,5 °C-os átlaghőmérséklet emelkedést okozhat. A légkörbe jutó SO₂, NO_x, CO, CO₂, CH₄ jelentős része savas eső, savas ülepedés formájában visszakerül a Föld felszínére, és nagyban hozzájárul talajaink elsavanyodásához.

Anyag és módszer

Kísérleti növényként kukoricát (*Zea mays* L. cvs. Norma) használtam. A magvak felületének kezelését 5x hígítású H_2O_2 -dal végeztem el. A fertőtlenített magvakat desztillált vízzel többször öblítettem, majd 10 mM-os CaSO_4 oldatban 4 óráig áztattam a jobb csírázás érdekében. A magvakat nedves szűrőpapír között csíráztattam, úgy, hogy a csíranövények polaritása természetes legyen. A termosztát hőmérséklete 22 °C volt. A 4 cm-es hipokotilú kukorica csíranövényeket tápoldatra helyeztem. A növények neveléséhez az alábbi összetételű tápoldatot használtam: 2,0mM $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 0,7mM K_2SO_4 , 0,5mM MgSO_4 , 0,1mM KH_2PO_4 , 0,1mM KCl , 10 μM H_3BO_3 , 1 μM MnSO_4 , 1 μM ZnSO_4 , 0,2 μM CuSO_4 , 0,01 μM $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$. A növények a vasat 10^{-4}M FeEDTA formában kapták. A környezeti feltételek szabályozottak voltak: a fényintenzitás 300 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, a hőmérséklet periodicitása 25/20°C (nappal/éjjel), a relatív páratartalom (RH) 65–75%, a megvilágítás/sötét periódus 16 óra/8 óra volt. A komposztot 91 ml dm^{-3} , a szennyvíziszapot 97 ml dm^{-3} , a mésziszapot 100 ml dm^{-3} koncentrációban adtam a tápoldathoz. A különböző koncentrációk az eltérő oldódási képességből adódnak. A vizsgált hulladékok és a növényi minták elemtartalmának meghatározásához egy OPTIMA 3300 DV típusú induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrométert (ICP-OES) használtam. A relatív klorofilltartalmat SPAD 502 (MINOLTA, Japán) klorofillmérővel mértem. A száraz tömeg meghatározásához a mintákat 85 °C-on tömegállandóságig szárítottam, majd szobahőmérsékletre történő visszahűtés után analitikai mérlegen (OHAUS) mértem.

Eredmények

A vizsgálatok elvégzéséhez szükség volt a vizsgált hulladékok elemtartalmának előzetes meghatározása. A vizsgálat eredményét az **1. táblázat** mutatja be, mely szerint a vizsgált anyagok számos elemet tartalmaznak.

Elemek	Komposzt	Szennyvíziszap	Mésziszap
Al	7227,00	17.349,00	3.440,00
Cr	25,50	41,30	169,00
Cu	53,00	109,00	185,00
Fe	9.883,00	21.098,00	118.500,00
Na	1.475,00	2.163,00	5.419,00
Sr	102,00	195,00	157,00
Zn	251,00	473,00	106,00

1. táblázat A vizsgált elemek koncentrációja (Al, Cr, Cu, Fe, Na, Sr, Zn) a vizsgált anyagokban (komposzt, szennyvíziszap, mésziszap) (mg kg^{-1})

Table 1. The contents of examined elements (Al, Cr, Cu, Fe, Na, Sr, Zn) in the examined materials (compost, sewage sludge, lime sludge) (mg kg^{-1})

Az alumínium koncentrációja kiugróan magas volt a szennyvíziszapban, kb. 5-ször volt nagyobb, mint a mésziszapban, és 2,5-szer, mint a komposztban. A króm mennyisége a mésziszapban 6-szor volt nagyobb, mint a komposztban. A réz, vas, nátrium koncentrációja szintén a mésziszapban a legmagasabb. A cink mennyisége a szennyvíziszapban volt a legnagyobb mennyiségben kimutatható; 1,8-szor volt nagyobb, mint a komposztban és kb. 4,5-szer, mint a mésziszapban.

Bármely elem fiziológiai hatása akkor közvetlen, amennyiben azt a növény felveszi. A felvett ionokat a növény a hajtás különböző részébe szállítja a transzspirációs árammal (Schupp et al., 1991). A toleráns növényekre jellemző, hogy a számukra veszélyt jelentő elemeket az anyagcseréjükben kirekesztik, azáltal, hogy kiválasztják azokat a vakuólomba (Wink, 1993). Az érzékeny növények viszont még a gyökereikből sem minden esetben tudják a toxikus elemeket

kiválasztani. Ezért a már említett elemek koncentrációját vizsgáltam a kukorica hajtásában és gyökerében (**2. és 3. táblázat**).

Elemek	Kezelések			
	Kontroll	Komposzt	Szennyvíziszap	Mésziszap
Al	62,43	1486,00	242,66	717,00
Cr	2,91	6,00	1,67	19,56
Cu	24,43	33,63	23,96	30,26
Fe	264,33	1051,33	357,33	602,33
Na	1407,00	1221,33	1018,66	1121,66
Sr	8,91	10,70	6,70	6,92
Zn	159,00	143,33	126,00	108,30

2. táblázat A vizsgált elemek (Al, Cr, Cu, Fe, Na, Sr, Zn) koncentrációja a kukorica gyökerében (mg kg^{-1}) komposzt, szennyvíziszap, mésziszap hatására

Table 2. The concentration of examined elements (Al, Cr, Cu, Fe, Na, Sr, Zn) in the roots of maize (mg kg^{-1}) effecting by compost, sewage sludge, lime sludge

Elemek	Kezelések			
	Kontroll	Komposzt	Szennyvíziszap	Mésziszap
Al	23,07	20,83	13,29	10,57
Cr	0,72	0,39	0,73	0,65
Cu	16,06	16,16	16,96	15,43
Fe	71,86	73,80	63,60	57,43
Na	217,00	254,33	259,00	234,00
Sr	6,26	7,25	6,70	5,04
Zn	89,10	63,73	69,96	59,53

3. táblázat A vizsgált elemek (Al, Cr, Cu, Fe, Na, Sr, Zn) koncentrációja a kukorica hajtásában (mg kg^{-1}) komposzt, szennyvíziszap, mésziszap hatására

Table 3. The concentration of examined elements (Al, Cr, Cu, Fe, Na, Sr, Zn) in the shoots of maize (mg kg^{-1}) effecting by compost, sewage sludge, lime sludge

A szennyvíziszap esetében az alumínium koncentrációja kb. 18-szor nagyobb volt a gyökérben, mint a hajtásban. A mésziszappal kiegészített tápoldaton nevelt kukorica gyökerében az alumínium koncentrációja még nagyobb volt – 67-szer –, mint a hajtásban. A komposzt alkalmazásakor 71-szer nagyobb mennyiségben volt kimutatható az alumínium a gyökérben, mint a hajtásban. A króm mennyisége a kontroll értéke alatt marad a hajtásban; kivéve, amikor szennyvíziszapot adtunk a tápoldathoz, ebben az esetben a kontrollhoz hasonló értéket mértünk. A króm koncentrációja a mésziszappal kezelt kukorica gyökerében volt a legmagasabb (19,56 mg kg^{-1}). A réz koncentrációját vizsgálva nem volt lényeges különbség a kontrollhoz viszonyítva se a gyökérben, se a hajtásban. A vas koncentrációja a gyökérben többszöröse volt a hajtásban mértnek. A komposzt alkalmazásakor kb. 14-szer, a szennyvíziszapnál kb. 5,5-szer és a mésziszapnál kb. 10-szer volt nagyobb a vas mennyisége a gyökérben, mint a hajtásban. A stroncium mennyisége komposztkezelést kivéve, a kontroll értékek alatt maradt. Komposzt alkalmazásakor a Sr mennyisége 83%-kal emelkedett a gyökérben és 86%-kal a hajtásban. A cink koncentrációja a kontroll növényben volt a legmagasabb, a kezelések csökkentették a kukorica cink felvételét.

A transzport folyamatok gátlása az alapvető tápelemektől fosztja meg a növényt, így a növekedés megtorpan. A számszerűsítéshez mértem a növények szárazanyag-felhalmozását (**4. táblázat**).

A **4. táblázat**ban látható, hogy a kezelések hatására a gyökér és a hajtás száraz tömege emelkedett a szennyvíziszap és a mésziszap alkalmazásakor. A legkisebb szervesanyag-

felhalmozást a komposztkezelésnél mértük. Nincs szignifikáns különbség a szárazanyag-felhalmozódások között, a kontrollhoz viszonyítva.

Kezelések	Gyökér	Hajtás
Kontroll	0,101± 0,05	0,318± 0,11
Komposzt	0,080± 0,02	0,309± 0,13
Szennyvíziszap	0,121± 0,04	0,411± 0,10
Mésziszap	0,104± 0,01	0,361± 0,02

4. táblázat A kukorica gyökerének és hajtásának száraz tömege (növény g⁻¹) különböző kezelések hatására (komposzt, szennyvíziszap, mésziszap) n=6± s.e.

Table 4. Effects of different matters (compost, sewage sludge, lime sludge) on the dry matter accumulation of shoots and roots of maize seedlings (g plant⁻¹) n=6± s.e.

Hatékony szervesanyag-felhalmozás nem lehetséges a fotoszintetikus folyamatok nélkülözhetetlen alkotója, a klorofillok nélkül. Az alkalmazott kezelések hatására nem csökkent a szárazanyag-felhalmozás, így mértük a relatív klorofilltartalom alakulását. Méréseim szerint a kezelések befolyásolták a klorofilltartalmat (**5. táblázat**).

2. levél			
Kezelések	6 napos	9 napos	11 napos
Kontroll	38,14± 4,95	48,20± 2,85	49,31± 5,12
Komposzt	41,26± 5,82	43,07± 4,68*	47,37± 3,60
Szennyvíziszap	34,07± 7,75	47,27± 4,08	47,92± 4,10
Mésziszap	38,10± 4,76	44,05± 2,08*	47,40± 2,86
3. levél			
Kezelések	6 napos	9 napos	11 napos
Kontroll	30,06± 6,06	43,43± 2,49	45,87± 1,98
Komposzt	32,11± 6,85	38,85± 3,50**	44,83± 3,27
Szennyvíziszap	32,13± 5,19	41,77± 4,60	46,75± 4,30
Mésziszap	33,69± 3,64	42,88± 3,39	47,71± 1,62

5. táblázat A 6., 9. és a 11. napos kukorica második és harmadik levelében mért relatív klorofilltartalmának változása a különböző kezelések (korom, közsőrűszap, cementpor) hatására (Spad Units) n=35± s.e. Szignifikáns differencia a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Table 5. Relative chlorophyll content of maize 2nd and 3rd leaves on the measurement of 6th, 9th and 10th days (Spad Units) n=35± s.e. Significant difference comparison to the control: *p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001

A relatív klorofilltartalom a 6. napon a komposztkezeléskor meghaladta a kontroll értéket a kukorica második és harmadik levelében. A 9. és a 11. napon a mért értékek a kontroll alatt maradtak. A 9. napon a 3. levél relatív klorofilltartalma szignifikánsan csökkent komposzt kezelés hatására a kontrollhoz képest. A szennyvíziszap és a mésziszap hatására a relatív klorofilltartalom növekedett. A szennyvíziszap kezelésnél 2 Spad Unit-tal, a mésziszap alkalmazásakor 3 Spad Unit-tal emelkedett a relatív klorofilltartalom. A 9. napon az értékek csökkentek a kontrollhoz képest, majd a 10. napon újra emelkedtek a harmadik levélben.

Megvitatás

A gyökerek magas Al-koncentrációja a növény pusztulását okozza az esetek többségében. Az Al által okozott erdőpusztulások okaként a lombzatba került nagy mennyiségű alumíniumot említik. Feltételezzük, hogy az alumínium inaktíválódott a gyökérben és ezért nem tudta a

kedvezőtlen fiziológiai hatást kifejteni. Ásványi talajokon az oldható alumínium koncentrációja kevesebb, mint 1 mg dm^{-3} . Ha a pH 5,5 fölé emelkedik, ez az érték jelentősen csökken. A növények egy része képes elviselni a szövetekben, a talajban, vagy a tápoldatban is a magas alumíniumkoncentrációt. Foy (1983) kimutatta a talaj, és a tápoldat alacsony alumíniumkoncentrációjának kedvező hatását. A kukorica, a cukorrépa növekedésére a $71,4\text{--}185 \text{ }\mu\text{M}$ alumíniumkoncentráció kedvező volt. A tea cserjénél – a leginkább alumínium toleráns növény – $1000 \text{ }\mu\text{M}$ -nél Matsumoto et al. (1976) határozott növekedést figyeltek meg. Konishi et al. (1985) $6400 \text{ }\mu\text{M}$ -nál is hasonló hatást tapasztaltak.

A vas a Földkéreg egyik lényeges alkotója. A magas pH-jú talajokon a vas a növények számára felvehetetlen. Vashiányos körülmények között a növények levele megsárgul, a növekedés mérséklődik, a termés csökken (Pushnik és Miller, 1989). A vashiányos körülmények között élő növények gyökereinek válaszreakciói segítik a vas felvételét, ilyen reakció pl. a fokozott proton kiválasztás vagy a kelátképző szerves anyagok kiválasztása, mint a fitoszideroforok. Mészben gazdag talajokon „mészklorózis” jelentkezik, mert a magas kalcium semlegesíti a vas mobilizálásához szükséges protonokat, így romlik a vas felvehetősége (Mengel et al., 1984). Fűféléknél ez a hatás nem figyelhető meg, mert ezek a növények oxidált állapotban is képesek a vasat felvenni. Ellenőrzött feltételek mellett a vas 80%-a található a kloroplasztisban. A vas a növényi sejtekben képes raktározódni, mint fitoferritin (Seckback, 1982). A fitoferrin nem kötődik szorosan a kloroplaszthoz, kimutatható a xylemben és a phloomban is (Smith, 1984). A vas koncentrációja magas az etiolált levelekben, de a visszazöldülés folyamán a vas egy része elszállítódik és a zöld levelekben a vastartalom alacsonyabb (Mark et al., 1981). Magas vaskoncentrációnál Alcaraz et al. (1986) magasabb klorofilltartalmat figyelt meg. A mézsiszappal kezelt kukorica levelében a vastartalom $57,43 \text{ mg kg}^{-1}$ volt, a kontrollhoz képest alacsonyabb relatív klorofilltartalmat mértünk a második levélben. A harmadik levél klorofilltartalma a kontrollérték körül volt, vagy kissé meghaladta azt (Tóth, 2010).

Kádár (1992) kísérletei alapján, melyeket mészlepedékes csernozjom talajon végzett, kukorica elemfelvételét vizsgálta különböző műtrágya adagok hatására. A kukorica gyökerében mért alumínium koncentrációja átlagban 1821 mg kg^{-1} volt, míg kísérletemben a komposzt kezelés hatására mért Al koncentrációja 1486 mg kg^{-1} volt. A hajtásban mért Al koncentrációja műtrágyázás hatására átlagban $124,5 \text{ mg kg}^{-1}$, mely értéket egyik kezelés sem haladta meg. A Sr esetében szintén a műtrágyázás hatására mért átlag érték jóval meghaladta a komposzt, szennyvíziszap, mézsiszap kezelés hatására mért koncentrációt a gyökérben és a hajtásban is.

A makroelemeken kívül számos káros vagy kifejezetten mérgező elemet találunk a műtrágyáinkban. Az 1982. évi pétisóban 0,24% Sr volt kimutatható jelentősebb Mg és Ca kísérletében. A Sr-szennyeződés a P-tartalmú meszező anyag felhasználásából adódhat. A N-műtrágyák tehát a N-forráson kívül elsősorban Ca-, P-, és Sr-források is lehetnek, legalábbis a hazai pétisók esetében (Németh és Buzás, 1990).

A P-műtrágyák %-os mennyiségben tartalmazhatnak a P-on kívül Ca, Mg, S, valamint tized %-os összetételben Al, Fe, K, Na, Si, Sr elemeket. A toxikus elemek közül meg kell említeni a hazai szuperfoszfátok 1% körüli Sr-tartalmát, mely az alapanyagul szolgáló nyersfoszfátok magas Sr-tartalmával magyarázható (Kádár 1991).

A kólafoszfátokat és az észak-afrikai lágy foszfátokat összehasonlítva megállapítható, hogy a kólafoszfátok általában egy nagyságrenddel több Ca, Cr, Ni, Zn nyomelemet tartalmazhatnak, mint az észak-afrikai hyperfoszfát. Mivel az elmúlt évtizedekben jelentős mennyiségben importáltunk kólafoszfátokat szuperfoszfát gyártására, a Sr felhalmozódhatott talajainkban.

A szabadföldi műtrágyázási tartamkísérletek során végzett vizsgálatok alapján megállapították, hogy a vizsgált kevésbé ismert nyomelemek koncentrációja a tenyésztőidő során csökkent a növényben. A maximumértékek bokrosodás idején jelentkezték, ez alól a Hg és a Mo volt kivétel. A mikroelemek többsége a szalmában akkumulálódott, Ni, Li, Sr, Ti, Be, Co. A Cd-, Cr-, Pb-tartalom azonos volt a fő- és a melléktermékben, míg a Mo szemben duplája volt a szalmához viszonyítva csernozjom talajon (Lásztity, 1986).

Néhány környezetszennyező elem hatásmechanizmusának vizsgálatára több szántóföldi, kis parcellás kísérletet is végeztek. A Kádár 1991-ben a Nagyhorcsogi Kísérleti Telepen, meszes vályog talajon kukorica alkalmazásával vizsgálta a növények elemfelvételét, 4–6 leveles állapotban. A vizsgált elemek, vegyületformák közül ebben az esetben, erősen fitotoxikusnak mutatkozott az Al, Cr, Mo, Se, Cu, Ni, Zn. A Cr növekvő adagjai a kukorica, valamint a gyomok szinte teljes pusztulásához vezetett. Az alumíniumkezelés negatív hatása idővel mérséklődött, illetve megszűnt, feltehetően mélyebb rétegekbe mosódott. A szántott rétegből felvehető elemtartalom szerint két nagyságrenddel nőtt meg az As, Cr és Hg felvehető készlete. A Cd, Cu, Mo, Ni, Pb, Se, Zn tartalma 10–100-szorosára, a Ba és a Sr koncentrációja 4–5-szörösére emelkedett, míg az Al mérsékelt változást mutatott. A 3 hónappal később megismételt mintavétel néhány elem átlagos tartalmának csökkenését mutatja: Al, As, Cr, Hg, Mo, Sr. Ezek közül emelkedik a Cr és a Hg.

Tomócsik et al. (2009) szennyvíziszap komposztal végzett kísérletiben megállapították, hogy a megengedett határértékeket a kukoricában mért As, Hg, Cu, Co, Cr, Ni, Pb, Se értékei egyik esetben sem haladták meg.

A jelen adatok alapján azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a keletkezett ipari melléktermékek nem tartalmaznak, illetve alkalmazásukkor valószínűleg nem kerül nagyobb mennyiségben szennyezőanyag a talajainkba, megtermelt növényeinkbe, mint a műtrágya használatával. Sőt, ezen anyagok felhasználásával csökken a hulladékok, hulladéknak minősített anyagok mennyisége, az ipari termelés során kibocsátott CO₂ és egyéb káros anyagok aránya.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is szeretnék köszönetet mondani az Alkaloida Zrt.-nek és a BÉM Zrt.-nek (Borsodi Érc, Ásvány- és Hulladék Hasznosító Mű Zártkörűen Működő Részvénytársaság), hogy a vizsgálati anyagok biztosításával segítettek munkámat. Valamint Dr. Kovács Béla egyetemi docensnek, aki az ICP mérések elvégzésében nyújtott segítséget.

Irodalom

- Alcaraz, C. F., Martinez Sánchez, F., Sevilla, F., Hellin, E. 1986: Influence of ferredoxin levels on nitrate reductase activity in iron deficient lemon leaves. *J. Plant Nutrient*, 9: 1405–1413.
- ENSZ Környezet és Fejlődés Konferenciája 1992: Az ENSZ Keretegyezménye az éghajlatváltozásról. ENSZ Környezet és Fejlődés Konferenciájának Magyar Nemzeti Bizottsága, Budapest.
- Foy, C. D. 1983: The physoiology of plant adaptation to mineral stress. In: Carson, E. W. (ed.): *The Plant Root and its Environment*. University Press, Virginia, Charlottesville. p. 601–642.
- Kádár I. 1991: A talajok és a növények nehézfémtartalmának vizsgálata. KÖTEM-MTA TAKI, Budapest.
- Kádár I. 1991: A talajok és a növények nehézfémtartalmának vizsgálata. Környezet- és természetvédelmi kutatások. Akaprint, Budapest.
- Kádár I. 1992: A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA-TAKI, Budapest.
- Konishi, S., Miyamoto, S., Taki, T. 1985: Stymulatory effects of aluminium on the plants grown under low and high phosphorus supply. *Soil. Sci. Plant Nutrient*, 31: 361–368.
- Környezet és Fejlesztés Világbizottság Jelentése 1988: Közös jövőnk. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Lásztity B. 1986: Néhány elem koncentrációjának változása a tenyésztő folyamán őszi búzában. *Növénytermelés*, 36: 367–372.
- Mark, F. van der, Lange, T. de, Bienfait, H. F. 1981: The role of ferritin in developing primary bean leaves under various light conditions. *Planta*, 153: 338–342.
- Matsumoto, H., Hirasawa, E., Morimura, S., Takahashi E. 1976: Localization of aluminium in tea leaves. *Plant Cell Physiol.*, 17: 627–631.

- Mengel, K., Breiniger, M. T., Bübl, W. 1984: Bicarbonate, the most important factor inducing iron chlorosis in vine grapes on calcareous soil. *Plant Soil*, 81: 333–344.
- Németh T., Buzás I. 1990: Influence of nitrogen fertilization on the NO₃-N content of soil profiles. Swedish-Hungarian Seminar on Environmental Problems in Agriculture, Stockholm.
- Puchnik, J. C., Miller, G. W. 1989: Iron regulation of chloroplast photosynthetic function: mediation of PS I development. *J. Plant Nutr.*, 12: 407–421.
- Seckback, J. 1982: Ferreting out the sectors of plant ferritin- a review. *J. Plant Nutr.*, 5: 369–394.
- Smith, B. N. 1984: Iron in highest plants: storage and metabolic rate. *J. Plant Nutr.*, 7: 759–766.
- Schupp, R., Glavec, V., Rennenberg, H. 1991: Thiol composition of xylem sap of beech trees. *Phytochemistry*, 30: 113–117.
- Tomócsik T., Makádi M., Orosz V. 2009: Szennyvíziszap komposztal kezelt homoktalaj toxikus elemtartalom változása. In: Iszályné Tóth J. (szerk.): Tartamkísérletek a mezőgazdaság szolgálatában. 80 éves a Westsik vetésforgó. p. 193–203.
- Tóth B., Veres Sz., El-Rodeny M. W., Lévai L. 2010: Effects of sewage sludge and lime sludge on the early development of corn under laboratory conditions. In: Jug D., Sorič, R. (ed.): *Agroglas*. p. 194–199.
- Wink, M. 1993: The plant vacuole: a multifunctional compartment. *J. Exp. Bot.*, 44: 231–246.

Abstract

USE OF INDUSTRIAL SIDE-PRODUCE FOR REDUCTION OF CO₂ EMISSION

BRIGITTA TÓTH

Debrecen University, Kálmán Kerpely Doctoral School of Crop Sciences, Horticultural and Regional Sciences

H-4032 Debrecen, Böszörményi s. 138., Hungary, e-mail: btoth@agr.unideb.hu

I would like to give a brief overview that the produced different side-produce and wastes, which contain lots of organic matter, micro and macro elements, and have not got harmful effects. We can use these materials such as micronutrient fertilizers. Compost, sewage sludge and lime sludge were used in our experiments. The application of these materials was examined in crop production among laboratory conditions.

BIOLÓGIAILAG AKTÍV NÖVÉNYI KIVONAT ANTIBAKTERIÁLIS ÉS ANTIFUNGÁLIS HATÁSAINAK VIZSGÁLATA

TÓTH CSABA TAMÁS¹, SZABÓ ZSUZSANNA² és CSUBÁK MÁRIA¹

Debreceni Egyetem, AGTC MÉK

¹Agrokémiai és Talajtani Tanszék

²Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézet

4032 Debrecen, Böszörményi út 138., e-mail: tcst@vipmail.hu

Összefoglalás

Ma Magyarországon kb. 5 millió hektár mezőgazdasági terület fertőzött parlagfűvel. A parlagfű probléma kezelésére, évente kb. 60 milliárd forintos összeget fordítanak, amelyből 30 milliárd forintot a mezőgazdasági kártétel csökkentésére használnak fel. A parlagfű vizsgálata eddig főként a pollen vonatkozásában, allergológiai szempontból történt. A növényrel kapcsolatos egyéb kémiai-biokémia vizsgálatok eredményei ez idáig a tudományos közélet látókörének a peremén húzódtak. Kísérleteink célja volt a parlagfű antibakteriális és antifungális tulajdonságainak bizonyítása. Kísérleteinkhez a növény a virágzást megelőző ciklusában került begyűjtésre, kézi módszerrel, gyökerestől, minden növényi résszel együtt. A hatóanyag kinyerését száraz növényi őrleményből megfelelő oldószerek alkalmazásával végeztük. A parlagfűből készült extraktumok biológiai aktivitását teszteltük különböző művelési módú réti talajokból izolált baktérium és gomba törzseken. Vizsgálati eredményeink szerint a parlagfű olyan biológiai aktív hatóanyagokat tartalmaz, amelyek a baktériumok és a gombák szaporodását gátolják a növényi hatóanyag koncentrációjától függően.

Kulcsszavak: parlagfű, allergia, alternatív, gátló hatás

Bevezetés

Az ürömlevelű parlagfű a zárvatermők (*Angiospermatophyta*) törzsébe, a kétszikűek (*Dicotyledonopsida*) osztályába, az őszirózsa-alkatúak (*Asteridea*, *Synandrea*) alosztályába, a fészekvirágzatúak (*Asterales*) rendjébe, a fészekvirágzatúak (*Asteraceae*, *Compositea*) családjába a csövesvirágúak (*Asteroideae*, *Tubuliflorae*) alcsaládjába, a parlagfű (*Ambrosia*) nemzetségbe tartozó növény (Béres, 2005).

A magyarországi populációk szinte egyöntetűen az *A. artemisiifolia* var. *elator* L. Descourtils változathoz tartoznak (Szigetvári és Benkő, 2004).

Az Egyesült Államokban 1838 előtt tűnt fel, mint gyomnövény (Wagner és Beals, 1958), míg Kanadában 1860-ban gyűjtötték először (Bassett és Crompton, 1975). Őshazájából többször behurcolták Európába heremag-, gabona- és burgonyaszállítványokkal. Nyugat-Európában először Németországban figyeltek fel jelenlétére 1863-ban. Magyarországon körülbelül az első világháború idején telepedett meg, az Osztrák-Magyar Monarchia kikötői felől jutott el a mai Magyarország területére feltehetőleg gabona szállítványokkal. Elterjedt Dél-Európában, Oroszország déli területein (Kott, 1948), Ukrajnában (Ivanov-Szavickij, 1949), a Balkán-félszigeten (Kovacevic, 1948). Összefüggő elterjedési területének északi határa Dél-Lengyelország és Dél-Németország, a földrészünkön az 55. szélességi fok magasságáig képes az életciklusa beteljesítésére (Szigetvári-Benkő, 2004).

A parlagfű magjai szezonálisan csíráznak (Béres, 1979; Béres és Hunyadi, 1980). Magyarországon március vége, április eleje az, ami megfelel a parlagfű csíráinak a megindulásához, míg a fő csírázási időszak április és május hónapra tehető. A csírázása az év folyamán is változik. Május közepétől szekunder dormancia lép fel, júliusban újból emelkedés figyelhető meg,

augusztustól újból csökken a csírázási folyamat. Az augusztusban csírázó növények magvai már nem érnek be (Béres, 2004). Magára az egyedfejlődésére nagyban hatással van az a tény, hogy éppen melyik hónapban kelt ki a növény. Minél később kel ki egy adott egyed, annál jobban lerövidül a növekedési időtartam. Ez bizonyítja a növény nagyfokú alkalmazkodó képességét (Béres és Bíró, 1993). Az *A. artemisiifolia* magvai a talaj felső 0,5–0,6 cm-es rétegéből kelnek ki, de a legtöbb mag a talaj 2,6–3,0 cm-es mélyégéből kezd el fejlődni, a talaj 15 cm-es mélységéből már nem tudnak előretörni, így nem is növesztenek vegetatív részeket (Béres, 2004).

Az ürömlevelű parlagfű zavartalan fejlődéséhez bármilyen talaj, környezet megfelel. Az erősen szélsőséges, napfényben szegény helyek kivételével bárhol előforduló növényről beszélünk. Ahol nagyobb üres talajfelszín jön létre, ott azonnal megjelenik, így gyakori növény az elsőséves parlagokon és építkezéseken (Szigetvári-Benkő 2004). Talajjal szemben nem igényes, tömegesen megtalálható barna erdőtalajon, öntés és egyéb laza szerkezetű talajon (Béres és Hunyadi, 1991).

Az *A. artemisiifolia* magvakkal szaporodik, elsődlegesen szélporozta növény, de kedvelt a rovarok körében is (Wodehouse, 1971; Basset és Crompton, 1975). Béres (2005) vizsgálatai szerint, a Magyarországon a frissen érett magok 92–96%-a életképes. Az ősszel frissen érett magok nagyugrálomban vannak (Béres, 1981). Wareing (1975) megállapította, hogy a magok nyugalma a pericarpiumban található inhibitorok okozzák.

Az *Ambrosia artemisiifolia* káros hatásai

Az ürömlevelű parlagfű évente több millió ember életét nehezíti meg az allergén hatása miatt. A virágpor termelés időszakában a parlagfű pollenje jelentkezik legnagyobb számban, ami még jobban indokolja az irtását. Tóth et al. (2004) öt csoportba sorolta azokat a károsító hatásokat, melyet a parlagfű szimplán a jelenlétével okoz:

- mezőgazdasági károk (terméscsökkenés, export kizáró tényező),
- humánhygiéniai problémák,
- természetvédelmi problémák,
- környezetvédelmi problémák (légszennyezés),
- turisztikai gondok (bevételekiesés).

A legnagyobb gondot a pollenjével okozza, mivel allergén. Ezek mellett a növény maga, vagy a pollenje bőrgyulladást idézhet elő (Epstein, 1960; 1972; Frankton és Mulligan, 1971). Maguk a virágporcszemek nemcsak helyben, hanem a kiszóródástól több km-re eljutva is okoznak problémát (Járainé Komlódi, 2003).

A parlagfű mezőgazdasági kártétele több, külön-külön is nagyon jelentős részből tevődik össze. A közvetlen kárt a kultúrnövényektől elvont tápanyag és víz jelenti. Ehhez adódik a gyomirtás költsége, ami közvetve a termést drágítja. Ezen túlmenően veszélybe kerülhet az agrártermékek exportja is, mert a parlagfű magja elkeveredhet a kultúrnövények magjaival. Ezért több EU tagország karantént szeretne felállítani a parlagfűvel szennyezett mezőgazdasági termékekkel szemben. Az ürömlevelű parlagfű nemcsak a mezőgazdaságban, hanem a humán gyógyászatban is igen komoly gondot okoz (Micskei, 2008).

Az *Ambrosia artemisiifolia* allelopatikus hatása

Az *Ambrosia artemisiifolia* vízoldható, allelopatikus hatású vegyületeket tartalmaz, vagyis valamilyen kémiai ágenszt juttat a környezetébe rendszerint a talajba, amely ágens befolyásolja, gátolja vagy ritkábban serkenti a szomszédos növényi egyedek recipiensek növekedését, vagy más életjelenségét. Brückner (1998) vizsgálatában több növényre vonatkozóan vizsgált meg a parlagfű allelopatikus hatását. A növényi részek közül a levél kivonata bizonyult a legerősebbnek, míg a termés lemaradt ettől a hatástól. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a parlagfű allelopatikus hatását a fenoloidok és terpenoidok okozzák elsősorban. Geismann et al. (1969) megállapították, hogy ezért a hatásért a parlagfű által termelt toxinokban található szekszviterpén laktonok a felelősek. Neil és Rice (1971) vizsgálatai azt bizonyították, hogy a fiatal növény levelei illékony anyagokat, a

gyökerei allelokemikáliákat választanak ki. Ezek nemcsak a magasabb rendű növények, hanem az algák szaporodását is negatív irányban befolyásolják. Béres et al. (2001) vizsgálataiban bebizonyították, hogy a levél- és hajtásrészek vizes, alkoholos és acetonos kivonata 20–54 %-kal csökkentette a szója csírázását, míg Béres et al. (2002) és Kazinczi et al. (2002) 20–40 %-os csökkenést tapasztaltak napraforgó, kukorica, borsó és bab esetében is.

Az *Abrosia artemisiifolia* hasznos tulajdonságai

Kanadában a parlagfűvet több száz éve használják, mint gyógynövényt a helyi vérzések csillapítására és gyomorbántalmak enyhítésére (Bausor, 1973). A szétmorzszolt leveleit az indiánok rovarcsípések, gyulladt sebek kezelésére alkalmazták. A levélből készült főzetet fejbőr lemosására, bőrbetegségekre, elfertőződött sebek és szemgyulladás borogatására használták. Teája simaizom összehúzó hatású, ami a bélgörcs, székrekedés ellen ugyanúgy hatásos, mint a hányás, a mellhártyagyulladás vagy a láz kezelésére. A gyökérfőzet enyhíti a menstruációs panaszokat (Bremsen, 1998). A kemény magja télen kiegészítő táplálék szárnyas vadaknak (Baldwin és Handley, 1946), mivel magas az olajtartalma és a fehérjetartalma megközelíti a szója fehérje tartalmát. Éppen emiatt a madarak is terjesztik, hiszen emésztetlenül halad át a béltraktuson (Járainé Komlódi, 2003).

A parlagfű vizsgálata eddig főként a pollen vonatkozásában, allergológiai szemszögből történt meg. A növényvel kapcsolatos egyéb kémiai-biokémia vizsgálatok eredményei ez idáig a tudományos közélet látókörének a peremén húzódtak. Kísérleteink célja volt a parlagfű antibakteriális és antifungális tulajdonságainak bizonyítása.

Magyarország évente kb. 60 milliárd forintos nagyságrendű összeget fordít a parlagfű probléma kezelésére. Ebből hozzávetőleg 30 milliárd forint a parlagfű okozta mezőgazdasági kártétel nagysága, az allergia gyógyításának orvosi költsége és a gyógyszerek évente szintén mintegy 30 milliárd forintba kerülnek. A probléma kezeléséhez alapvető szemléletváltásra van szükség, amely egy alternatívát jelentő, hatékony parlagfű feldolgozási módszer kidolgozásával kell együtt járjon. A parlagfű önmagát, egyben a problémát reprodukálva – évente megoldandó feladatként – egyre inkább sürgető, érdemi védekezést eredményező technológia bevezetését szükségesszerűsíti. Az állam által évente a parlagfű probléma kezelésére fordított mintegy 60 milliárd forint 3–4 százalékának átcsoportosításával és megfelelő befektetői háttérrel létre lehetne hozni egy évi 5 ezer tonna kapacitású feldolgozó üzemet.

Anyag és módszer

Növényi minta begyűjtése, előkészítése, tárolása

A növény a virágzást megelőző ciklusban került begyűjtésre, kézi módszerrel. A parlagfűvet gyökerestől távolítottuk el a talajból. A súlyállandóságig történő száradást követően a száraz növényi maradványt terménydarálón ledaráltuk. A növényi hatóanyag kinyerését extrakciós eljárással végeztük (Raynei, 2000). A száraz, minden növényi részt tartalmazó parlagfű darálékból megfelelő oldószerek alkalmazásával nyertük ki a hatóanyagot. Az extraktum szűrése után az oldószer eltávolítását vákuum desztillációs eljárással végeztük. Az így elkészült parlagfű extraktum sötétzöld színű, enyhén olajos állagú, erős illatú folyadék lett. Illata leginkább a már ismert gyógynövény készítményekhez hasonló

Mikrobiológiai vizsgálatok

A parlagfűből készült extraktumok mikrobiológiai aktivitását teszteltük a laboratóriumi kísérletek során. A tenyésztéseket lemezőntéses eljárással végeztük. A vizsgálatok során a táptalajokhoz az extraktumból készített törzsoldat különböző mennyiségeit adagoltuk és ily módon vizsgáltuk a parlagfű hatóanyag gátló hatását a baktériumok és a gombák fejlődésére (Czirók,

1999). Kísérleteinket szántóföldről és alm-áskertből származó réti talajokkal végeztük. Az antibakteriális hatás bizonyításához a baktérium törzseket nem identifikáltuk, hanem a talajok összcsíraszámát vizsgáltuk. Az antifungális hatás vizsgálatát a talajokból izolált *Paecilomyces*, *Chaetomium*, *Penicillium*, *Aspergillus* nemzetségekbe tartozó gombákon végeztük.

A talajkivonatot 10 g talaj és 100 cm³ csapvíz felhasználásával készítettük. Az összcsíra vizsgálatokat húsleves agaron, a gombatenyésztést pepton-glükóz agaron és Czapek agaron végeztük (Szabó et al., 2010). A termosztálás 28°C-on történt. Miden esetben 5 párhuzamos leoltást készítettünk.

Eredmények

A vizsgált réti talajminták mikrobiológiai jellemzői a következők:

- szántóföldi talaj: 7×10^7 db baktérium/1g talaj, $1,3 \times 10^5$ db gomba/1g talaj;
- almáskerti talaj: $4,3 \times 10^7$ db baktérium/1g talaj.

Sajnos a *Mucor* agresszív és gyors növekedése miatt a összgombaszámot nem tudtuk meghatározni.

A parlagfű kivonat antibakteriális hatásának vizsgálatát hígítatlan talajoldattal végeztük. A leoltást követő harmadik napon a parlagfűmentes és az 50 mg parlagfű kivonatot tartalmazó táptalajokon intenzív növekedés volt megfigyelhető. Mivel ezek összefüggő baktérium pázsitot alkottak a telepek nem voltak számlálhatók. Megindult a baktériumok szaporodása 100 mg hatóanyag mellett is, és itt az összcsíra jól számolható volt. Ez idő alatt még nem tapasztaltunk növekedést 150 mg és 200 mg hatóanyag-tartalom mellett. A leoltást követő hatodik napon jelentek meg elenyésző számban baktérium telepek 150 mg hatóanyag-tartalomnál, majd a kilencedik naptól intenzív növekedést mutattak. A 200 mg dózisonál a kilencedik naptól kezdtek kifejlődni a baktériumok, de a későbbiekben is csak lassú növekedést mutattak. A kísérleti eredményeket az **1. és 2. táblázatban** mutatjuk be.

Parlagfű kivonat (mg/15 cm ³ táptalaj)	Kifejlődött telepek száma/0,1 g talaj a leoltástól eltelt napok függvényében				
	3 nap	6 nap	9 nap	14 nap	20 nap
0	sok*	sok	sok	sok	sok
50	sok	sok	sok	sok	sok
100	398	sok	sok	sok	sok
150	0	14	sok	sok	sok
200	0	0	2	10	22

*Megszámlálhatatlan mennyiségű telep

1. táblázat Összcsíra eredmények szántó

Table 2. Bacteria cell-number from the samples of the field

Parlagfű kivonat (mg/15 cm ³ táptalaj)	Kifejlődött telepek száma/0,1 g talaj a leoltástól eltelt napok függvényében				
	3 nap	6 nap	9 nap	14 nap	20 nap
0	sok*	sok	sok	sok	sok
50	sok	sok	sok	sok	sok
100	385	sok	sok	sok	sok
150	0	42	sok	sok	sok
200	0	0	1	6	11

*Megszámlálhatatlan mennyiségű telep

2. táblázat Összcsíra eredmények almáskert

Table 2. Bacteria cell-number from the samples of the apple orchard

A szántóföldi mintával végzett összegomba kísérletek eredményei (**3. táblázat**) azt mutatták, hogy parlagfümentes, illetve 100 mg hatóanyag-tartalom esetén 4 nap, 200 mg fölött 18 nap kellett az első telepek megjelenéséhez. Az alkalmazott legnagyobb (350 mg) dózis mellett 26 nap elteltével figyeltük meg a gombatelepek intenzív növekedését. Az almáskerti mintáknál (**4. táblázat**) parlagfümentes és 100 mg hatóanyag-tartalom esetén 4 nap, 200, illetve 250 mg dózisonál 15 nap, 300 mg-nál 21 nap, míg 350 mg-nál 32 nap kellett az első telepek megjelenéséhez. Mindegyik kísérletben a talajoldat 1 cm³-es mennyisége van egy-egy Petri-csészében, mely nagyságrendjében 10⁴ darab CFU-t (colony-forming unit) jelent. Ennek tükrében egyértelműen bizonyítottuk a kivonatunk fungisztatikus hatását.

Parlagfű kivonat (mg/15 cm ³ táptalaj)	Kifejlődött telepek száma/0,1 g talaj a leoltástól eltelt napok függvényében					
	4 nap	13 nap	15 nap	18 nap	21 nap	26 nap
0	sok*	sok	sok	sok	sok	sok
100	67	sok	sok	sok	sok	sok
200	0	0	0	23	sok	sok
250	0	0	1	3	sok	sok
300	0	0	0	1	22	sok
350	0	0	0	1	20	sok

*Megszámlálhatatlan mennyiségű telep

3. táblázat Összgomba eredmények szántó

Table 3. Fungi cell-number from the samples of the field

Parlagfű kivonat (mg/15 cm ³ táptalaj)	Kifejlődött telepek száma/0,1 g talaj a leoltástól eltelt napok függvényében							
	4 nap	13 nap	15 nap	18 nap	21 nap	26 nap	32 nap	39 nap
0	sok*	sok	sok	sok	sok	sok	sok	sok
100	46	sok	sok	sok	sok	sok	sok	sok
200	0	0	1	11	sok	sok	sok	sok
250	0	0	1	3	5	sok	sok	sok
300	0	0	0	0	1	3	4	sok
350	0	0	0	0	0	0	2	2

*Megszámlálhatatlan mennyiségű telep

4. táblázat Összgomba eredmények almáskert

Table 4. Fungi cell-number from the samples of the apple orchard

Kísérleteink során a szántóföldi mintákból *Penicillium* és *Aspergillus* törzseket, az almáskerti mintákból *Chaetomium* és *Paecilomyces* törzseket izoláltunk.

A leoltást követő negyedik napon a parlagfümentes mintákban kivétel nélkül minden gombánál elindult a növekedés.

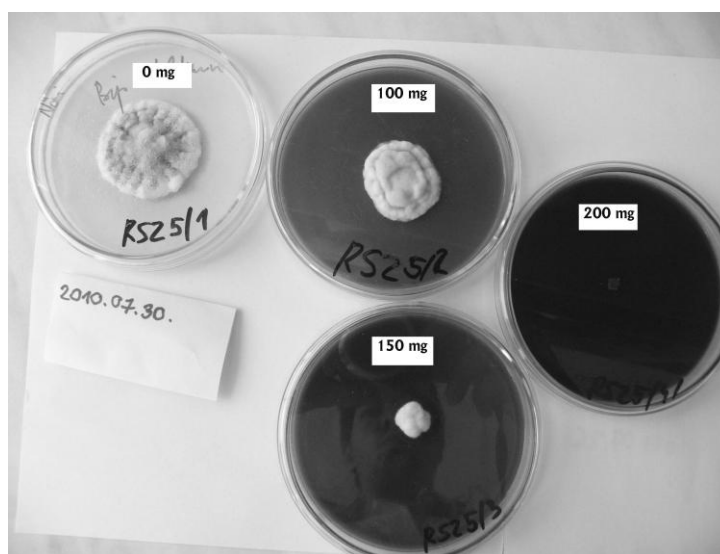
A *Penicillium*-ok 100 mg kivonat mellett már 4 nap után fejlődésnek indultak. Nyolc napra (1. izolátum), illetve hat napra (2. izolátum) volt szükségük a növekedés beindításához 150 mg hatóanyag mellett. A 200 mg-os dózis mellett a 12. napra indult be a hifák fejlődése (**5. táblázat**).

Az *Aspergillus*-oknál is hasonlóan alakult a helyzet (**5. táblázat**, **1. ábra**), azonban itt az 1. izolátum csak a 200 mg-os dózissal reagált az elvárásainknak megfelelően, ahol 12 napra volt szüksége a növekedése megindításához.

Vizsgált izolátum /szántóföld/	Parlagfű kivonat (mg/15 cm ³ táptalaj)	Leoltástól eltelt napok száma			
		4	6	8	12
Penicillium 1. izolátum	0				
	100				
	150				
	200				
Penicillium 2. izolátum	0				
	100				
	150				
	200				
Penicilium 3. izolátum	0				
	100				
	150				
	200				
Aspergillus 1. izolátum	0				
	100				
	150				
	200				
Aspergillus 2. izolátum	0				
	100				
	150				
	200				

Jelmagyarázat: fehér - nincs növekedés, világosszürke - a minták 50%-ánál indult meg a növekedés, sötétszürke - a minták 100%-ánál indult meg a növekedés

5. táblázat A parlagfű kivonat hatása a különböző szántóföldi gomba izolátumokra
Table 5. The effect of the ragweed extract on the growth of different fungi from field



1. ábra Szántóföldről izolált *Aspergillus* (2. izolátum) telepek a leoltás után 8 nappal 0 mg, 100 mg, 150 mg és 200 mg parlagfű kivonat mellett

Figure 1. *Aspergillus* from the samples obtained from the field (2nd isolatum) 8 days after inoculation at 0 mg, 100 mg, 150 mg and 200 mg ragweed extract

A *Paecilomyces*-eknél (**6. táblázat**) 100 mg parlagfű kivonat mellett a leoltást követő negyedik napon az 1. és 3. izolátumoknál nem indult meg a növekedés, csak a 2. izolátum esetében. Hat nap elteltével 150 mg extraktum mellett csak az 1. izolátum esetében tapasztaltunk totális gátlást. Itt 8, illetve 12 napra volt szükség (200 mg-nál), a Petri-csészék 100 %-ában beinduljon a növekedés.

Vizsgált izolátum /almáskert/	Parlagfű kivonat (mg/15 cm ³ táptalaj)	Leoltástól eltelt napok száma						
		4	6	8	12	15	21	27
Paecilomyces 1. izolátum	0							
	100							
	150							
	200							
Paecilomyces 2. izolátum	0							
	100							
	150							
	200							
Paecilomyces 3. izolátum	0							
	100							
	150							
	200							
Chaetomium 1. izolátum	0							
	100							
	150							
	200							
Chaetomium 2. izolátum	0							
	100							
	150							
	200							
Chaetomium 3. izolátum	0							
	100							
	150							
	200							

Jelmagyarázat: fehér - nincs növekedés, világosszürke - a minták 50%-ánál indult meg a növekedés, sötétszürke - a minták 100%-ánál indult meg a növekedés

6. táblázat A parlagfű kivonat hatása a különböző almáskerti gomba izolátumokra
Table 6. The effect of the ragweed extract on the growth of different fungi from apple orchard

A *Chaetomium*-ok estében tapasztaltuk a legnagyobb gátlóhatást (**6. táblázat**). A 2. izolátum esetében 8 nap elteltével sem tapasztaltunk növekedést, a parlagfümentes Petri-csészéket leszámítva. Itt a 200 mg-os dózisonál totális gátlást tapasztaltunk, még három hét után is az ismétlések kb. felénél, és 150 mg mellett is csak 12 nap múlva indult fejlődésnek az áttoltásunk. Az 1. és a 3. izolátumok esetében 8 nap elteltével az összes Petri-csészénkben elindult a növekedés, de már a hatodik napra is beindult a növekedés szinte minden csészénkben.

Megvitatás

Az almáskerti és a szántóföldi kultúrákból származó réti talajmintákkal végzett kísérleteink eredményei egyértelműen bizonyították a parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) extraktum antibakteriális és gombaölő hatását. A vizsgált minták esetén kb. 10⁶ db összecsíraszám esetén minimum 200 mg parlagfű extraktum hozzáadásával kb. három hétig tudtuk gátolni a baktériumok

szaporodását. A gombavizsgálatok eredményei szerint 300 mg hatóanyag mennyiséggel 10^4 db nagyságrendű összgombaszám mellett kb. három hétig gátolt a gombák szaporodása. Ezek alapján megállapíthatjuk, hogy a parlagfűből nyert hatóanyag mind a baktériumok, mind a gombák szaporodását lassítja. A hatóanyagra a baktérium fajok érzékenyebbek, mint a gombák.

Kísérleti tapasztalataink alapul szolgálhatnak a parlagfű, mint természetes növényi talajfertőtlenítőnek a későbbiekben történő alkalmazásához.

Irodalom

- Baldwin, W. P., Handley, C. O. 1946: Winter food of bobwhite quail in Virginia. J. Wildl. Manage., 10: 142–149.
- Basset, I. J., Crompton, C. W. 1975: The biology of Canadian weeds. *Ambrosia artemisiifolia* L. and *A. psilostachya* Dc. Canadian Journal of Plant Science, 55: 463–476.
- Bausor, S. C. 1973: A review of some medicinal plants. Part 2. Medicinal plant of local flora. Torreya 37: 45–54.
- Béres I. 1979: A parlagfű évi csírázási ritmusának vizsgálata szántóföldi és laboratóriumi körülmények között. Agrártudományi közlemények, 38: 166.
- Béres I. 1981: A parlagfű (*Ambrosia elatior* L.) hazai elterjedése, biológiája és a védekezés lehetőségei. Kandidátusi értekezés. Agrártudományi Egyetem, Keszthely.
- Béres I. 2004: Az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) elleni integrált gyomszabályozási stratégiák. Magyar Gyomkutatás és Technológia, 5: 3–14.
- Béres I., Hunyadi K. 1980: A parlagfű (*Ambrosia elatior* L.) biológiája. Növényvédelem, 16: 109–116.
- Béres I., Hunyadi K. 1991: Az *Ambrosia elatior* elterjedése Magyarországon. Növényvédelem, 27: 405–410.
- Béres I., Bíró K. 1993: A parlagfű (*Ambrosia elatior* L.) életciklusa és fenofázisainak időtartama. Növényvédelem, 29: 148–151.
- Béres I., Kazinczi G., Lukács D. 2001: Néhány fontosabb hazai gyomfaj allelopátiája. 6. számú Tiszántúli Növényvédelmi Fórum, 2001. november 6–8. Előadások. p. 353–361.
- Béres I., Kazinczi G., Narwal, S. S. 2002: Allelopathic Plants. 4. Common ragweed (*Ambrosia elatior* L. Syn *A. artemisiifolia*). Allelopathy Journal, 9: 27–34.
- Béres I., Hoffmann L., Hoffmanné P. Zs. 2005: Parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*). In: Benécsné B.G. (szerk.): Veszélyes 48. Veszélyes, nehezen irtható gyomnövények és az ellenük való védekezés. Mezőföldi Agrofórum Kft., Szekszárd. p. 94–101.
- Bremsen, L. 1998: Fűszer-és gyógynövények. Egyetemi Nyomda, Budapest. 229 p.
- Brückner D. J. 1998: A parlagfű allelopátiás hatása a kultúrnövények csírázására. Növénytermelés. 47: 635–644.
- Czirók É. 1999: Klinikai és járványügyi bakteriológia. Melánia kft., Budapest.
- Epstein, S. 1960: Role of dermal sensitivity in ragweed contact dermatitis. Archives of dermatology, 82(1): 48–55.
- Epstein, S. 1972: Sensitivity to common weeds. Contact dermatitis Newsletter, 11: 305.
- Frankton, C., Mulligan, G. A. 1971: Weeds of Canada. Can. Dep. Agric. Publ., 948: 217.
- Geissman, T. A., Griffin, S., Waddell, T. G., Chien, H. H. 1969: Sesquiterpene lactones. Some new constituents of *Ambrosia* species: *A. psilostachya* and *A. acanthicarpa*. Phytochemistry, 8: 145–150.
- Ivanov-Szavickij 1949: A mezőgazdasági növények approbációs kézikönyve. II. Moszkva. p. 58–59.
- Járainé Komlódi M. 2003: Pannon Enciklopédia – Magyarország Növényvilága. Ubris Könyvkiadó, Budapest. p. 284–286.
- Kazinczi G., Béres I., Horváth J. 2002: Weed-crop interferences in Hungary. Third World Congress on Allelopathy, Tsukuba, Japan, 2002. augusztus 26–30. Abstr. p. 166.
- Kott, Sz. A. 1948: Szornüe rasztenija i borba sz nimi. Szelhozgiz, Moszkva. p. 12–15.

- Kovacevic, J. 1948: Die Loklitaten von *Ambrosia artemisiifolia* L. in Jugoslawien. *Mittelungen der Internationalen Vereinigunk für Samen kontrolle*. 14: 180–181.
- Micskei P. 2008: A parlagfű környezetszennyezés csökkentése iparszerű hasznosítási rendszerben. TDK dolgozat, DE-AMTC.
- Neil, R. L., Rice, E. L. 1971: Possible role of *Ambrosia psilostachya* on patterning and succection in old-field. *Amer. Midl. Natur.*, 86: 344–357.
- Raynei, D. E. 2000: Extraction. In: Cooke, M., Poole, C. F. (ed.): *Encyclopedia of Separation Science*. Academic Press.
- Szabó A., Keresztúri P., Szigeti Zs., Peles F. Á. 2010: Mikrobiológiai praktikum. Debreceni Egyetem AMTC, Debrecen.
- Szigetvári Cs., Benkő Zs. R. 2004: Örömlévelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.). In: Mihály B., Botta-Dukát Z. (szerk.): *Biológiai inváziók Magyarországon. Özönnövények. Természetbúvár Alapítvány Kiadó, Budapest*. p. 337–370.
- Tóth Á., Hoffmanné P. ZS., Szentey L. 2004: A parlagfű helyzet 2003-ban, Magyarországon. A levegő pollenszám csökkentésének nehézségei. *Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest. Összefoglalók*. p. 69.
- Wagner, W. H., Beals, T. F. 1958: Perennial ragweeds (*Ambrosia*) in Michigan, with the description of a new intermediate taxon. *Rhodora*, 60: 178–204.
- Wareing, P. F. 1975: Endogenous inhibitors on seed germination and dormancy. In W. Ruhland fed. *Encyclopedia of plant physiology*, Springer-Verlag, Berlin. p. 909–924.
- Wodehouse, R. P. 1971: Hayfever plants. Ed. 2. Hafner Publ. Co., New York, N.Y. 280 p.

Abstract

TESTING A BIOLOGICAL ACTIVE PLANT EXTRACT'S ANTIBACTERIAL AND ANTIFUNGAL EFFECTS

CSABA TAMÁS TÓTH¹, ZSUZSANNA SZABÓ² and MÁRIA CSUBÁK¹

University of Debrecen AGTC MÉK

¹Department of Agrochemistry and Soil Science

²Institute of Food Processing, Quality Control and Microbiology

H-4032 Debrecen Böszörményi u. 138., Hungary, e-mail: tcst@vipmail.hu

In Hungary today is about 5 million hectares of agricultural land contaminated with ragweed. The ragweed problem a year is about 60 billion U.S. \$ to be paid, of which 30 billion are used to reduce the agricultural damage. Experiments with ragweed pollen has mainly been carried out in connection with terms of allergy. The other biochemical experiments and studies with this plants, have so far been the scientific horizons of public life, boosted the edge. Our experiments were designed to prove antibacterial and antifungal properties of ragweed-pollen. For our experiments in the previous cycle of flowering, plants were collected manually, with its roots and with each plant part. The extraction of the substance from dry plant – meal was carried out using appropriate solvents. The biological activity of ragweed-extracts were tested against bacteria and fungi isolated from soils and meadow with different mode of cultivation. Our results suggest that ragweed contains biologically active substances, which inhibit the growth of bacteria and fungi, depending on the concentration of active ingredients of the plant.

KISVÍZFOLYÁSOK MENTI VÉDETT LÁPRÉTEK VÍZHÁZTARTÁS VÁLTOZÁSAI, FENNMARADÁSUK BIZTOSÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

VONA MÁRTON¹ és SZABÓ BOGLÁRKA²

¹Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság
1012 Budapest, Márvány u. 1/D., e-mail: vona.marton@vkk.hu

²SzIE-Gödöllő, Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet, Természetvédelmi és Tájökológiai Tanszék

Összefoglalás

Hazánkban a folyószabályozások következtében a vízzel borított területek aránya 25%-ról 2%-ra csökkent. A megmaradt vizes élőhelyek többségét a mezőgazdaság erőltetett fejlesztése emésztette fel, vagy az eutrofizáció folyamata gyorsítja számuk és területük zsugorodását. Jelenleg hazánkban fellelhető vizes élőhelyek megóvása abiotikus és biotikus tájalkotó tényezőktől, valamint a tájhasználatától egyaránt függ. Vizsgált területeink Galgahévíz és Tura települések közigazgatási területén fellelhető láprétek, melyek a Galga-patak hajdan ligeterdőkkel tagolt tájának értékes, de egyben utolsó hírmondói. Ritka, de értékes növényállományai és a víz jelenlétének fontossága adja e területek nagyfokú érzékenységét a környezeti hatásokkal szemben. Elsődleges célunk volt a felszínborításban bekövetkezett változások katonai felmérések térképei alapján történő nyomon követése. Talajtani vizsgálataink során a talajok vízgazdálkodását értékeltük. Vízháztartási vizsgálatokat végeztünk, hogy jellemezni tudjuk a terület vízellátottságát, értékelni tudjuk a negatív vízmérleggel jellemezhető periódusokat. Kutatásunk során a Galga-patak vízállás, a talajvízállás, csapadék és párolgás adatsorok összehasonlítását végeztük 1970–2009 közötti időszakra vonatkozóan. Mindezek a vizsgálatok jól szemléltetik a vizsgált láprétek degradációját, szárazodását. Ezek a folyamatok viszont nem csupán a hidrológiai adottságokból következnek, hanem a tájhasználati módok is megváltoztak.

Kulcsszavak: láprét, kisvízfolyás, vizes élőhely, vízmérleg, vízháztartás

Bevezetés

A vizes élőhelyek környezetünk egyik legértékesebb, ugyanakkor a környezeti hatásokra legérzékenyebb életközösségei, hiszen a vízforgalom, a víz jelenléte vagy éppen hatása, nagy jelentőséggel bír e területek fennmaradásának szempontjából (Lakatosné, 2005).

Hazánk éghajlatának lehetséges változásait bemutató scenáriók a felszáraz jelleg erősödését jelzik előre. Nyáron a csapadék csökkenése, míg télen a csapadék növekedése várható. A nagycsapadékos jelenségek száma várhatóan megnövekszik, míg a kis csapadékkal járó jelenségek csökkennek (IPPC, 2007). A ritkábban, de intenzívebben hulló csapadékok következtében az elfolyás mértéke megnövekedhet, míg a beszivárgás valószínűleg csökkenni fog. Természetvédelmi szempontból ez a vízhiány kedvezőtlen változásokat eredményezhet. Az esetlegesen hosszútávon fennmaradó, állandósuló területi vízhiány pedig egyes élőhelyek fennmaradását veszélyeztetheti (Aradi, 2006).

Mára hazánkban szigetszerűvé váltak a vizes élőhelyek, azonban a természetes közegben betöltött egyedülálló ökológiai szerepüknek köszönhetően egyre inkább az érdeklődés, a kutatások és védelem középpontjába kerülnek. Igen jelentős kihívás napjainkban lápjaink, láprétjeink revitalizálása, rehabilitációja, mellyel még megmenthetőek ezen élőhelyek, változatos élőviláguk megőrizhető.

A galgahévízi láprét egyike a Galga völgyében még fennmaradt, egykor kiterjedt területű lápréteknek, melynek természetvédelmi eszmei értéke igen jelentős. A Tura határában fellelhető Turai Legelő TT egykor a Galga-patak árvízjárta területe volt. Jelenleg itt egymás mellett találjuk

meg a homokpuszta rétek, mocsár- és kiszáradó láprétek értékes fajait. Az elmúlt évben jelentős változások történtek mindkettő területen, a szukcessziós folyamatok felerősödtek, a természetvédelmi szempontból értékes növénytársulások pedig visszaszorulóban vannak. A térség hidrológiai és tájhasználati viszonyai egyaránt megváltoztak, mely változások mértékét fontos nyomon követni.

A vizsgált területek kedvező ökológiai állapotának megőrzése hazánk több európai uniós irányelvének megfelelően tett vállalásai alapján is indokolt. A Víz Keretirányelv (EC, 2000) minden olyan vizes élőhelyre kiterjed, amely közvetlenül függ a felszíni és a felszín alatti víztestektől. Ezért indokolt a Galga-patak állapotfelmérésén túl, a vízgyűjtőn található vizes élőhelyeket is vizsgálni, abiotikus és biotikus adottságait feltárni.

Anyag és módszer

A talajtani felvételezés Pürckhauer-féle szűrőbotos mintavevővel történt. A galgahévízi láprét esetében összesen 250 pontot vizsgáltunk ezzel a módszerrel, míg a Turai Legelő TT esetében mindössze 8 pontot. A szűrőbotos mintavételi helyek x, y koordinátáit GPS vevővel határoztuk meg.

A meteorológiai adatok elemzéséhez párolgás („A” típusú párolgásmérő kád) (OMSZ, 2009a), csapadék és hőmérséklet (OMSZ, 2009b) adatsorokat vettünk alapul. A természetes vízfelületek párolgási adatait a növényzettel borított felszín esetében korrigálni szükséges. Ez esetben a vizsgált terület felszínborítására a nádas, sásos jellemző, amelynél a szakirodalom (Nováky, 2003a; Pannonhalmi és Sütő, 2004) 1,1–1,6-os korrekciós tényezőt javasol. A láprétek vízháztartásának jellemzésére a terület két legközelebbi talajvíz észlelő kútjainak az adatsorait használtuk fel a 1972–2010-ig terjedő időszakra vonatkozóan (VITUKI- Aszód: 001080, Tura: 001084). Mivel a Galga-patak a vizsgált területek közvetlen szomszédságában folyik, ezért a talajvíz ingadozása bizonyos késleltetéssel követi a vízfolyás vízjárásának ingadozását (Nováky, 2001). A legközelebbi vízszintmérő állomás adatsorát (Mérőállomás: Hévízgyörk; Törzsszám: T01062) 1972–2010-ig terjedő időszakra vonatkozóan használtam fel, elemeztem (KDV-VIZIG, 2010). Az elemzés során a két talajvíz észlelő kút és a Galga vízállás adatsorait grafikonon ábrázoltuk. A diagramok megjelenítésénél azonos beosztást alkalmaztunk mind az idő (x), mind az vízállás (y) tengelyen. Az azonos méretarány, illetve időlépték lehetővé tette a turai és aszódi talajvízészlelő kutak, valamint a Galga-patak vízjárásának összevetését, a diagramokat egymás alá rendezve (Molnár és Hajdú, 2003).

A vízháztartási mérleg felállítása során egy egyszerűsített vízháztartási mérlegegyenletet használtunk föl:

$$\text{Csapadék} + \text{talajvíz hozzáfolyás} = \text{Párolgás (evapotranszspiráció)} + \text{elfolyás (vegetációs időszakon kívül hulló csapadék 10\%-a)}.$$

Az egyenletet reprezentatív évek során használtuk, ahol látszanak az időjárásból adódó szélsőségek. A vizsgált hidrológiai évek 1995 és 2002–2010 voltak.

Eredmények

A *történeti térképek* alapján elmondható a területekről, hogy a patakszabályozást követően az egykor állandóan vagy időszakosan vízzel borított területek eutrofizációja, majd ezt követően szárazodása indult el. A nád és egyéb, intenzíven terjedő növények fokozatosan veszik át az uralmat az eredeti, értékes vegetáció helyén. Mindez nem csupán a hidrológiai viszonyok megváltozásának tudható be, mivel a Galga-menti területek legeltetéssel vagy kaszálással történő hasznosítása mára eltűnt. A kiskerti zöldség-gyümölcs- és növénytermesztést pedig felváltotta a nagyparcellás földművelési rendszer.

A *Talajtani vizsgálataink* során a galgahévízi láprét esetében az alábbi talajtípusokat különböztettük meg: réti talajok, lápos-réti-öntés talajok, öntéstalajok, humuszos homoktalajok, láptalajok. A Turai Legelő TT-n magasabb térszíntet elfoglaló homokháton humuszos homok- és

öntés csernozjom talajokat, míg a mélyebb fekvésű, magas talajvízszintű területeken lápos réti- és réti csernozjom talajokat találtunk. Az utóbbi terület esetében, a vett mintákról elmondható, hogy a homok frakció volt túlsúlyban, mely nagyban rontja a talajok vízgazdálkodási tulajdonságait.

A vizsgált láprétek *vízháztartását* alapvetően a talajvíz befolyásolja. Ennek táplálója a csapadék és a felszíni vizekből származó hozzáfolyás, melyet természetesen egyéb éghajlati elemek is alakítanak. A vízállások grafikonos összevetéséből megállapítható, hogy a két kútban mért talajvízjárás jelentős mértékben hasonlóan viselkedik, a görbék lefutása és meredeksége nagy pontossággal azonos, vízállás maximumai és minimumai egyidőben jelentkeznek.

A Galga-patak 1972 és 2010 közötti időszakát elemezve a patak szintje 15–315 cm tartományban ingadozott. A vízállás minimuma január, augusztus, szeptember és október hónapokra tehető. Az átlagos éven belüli vízszintingadozás 90–110 cm-ig terjed, de néhol meghaladta a 150, olykor még a 200 cm-t is. Az aszódi észlelő kút esetében a talajvízszint a felszín alatti 60 és 220 cm-es, míg a turai talajvízészlelő kút esetében 229–439 cm közötti mélység tartományában ingadozott. A talajvízállás maximuma április végére, május elejére, míg a minimuma október végére, november elejére tehető. Az átlagos talajvízszint-ingadozás egy éven belül 60–70 cm, de egyes években az 150 cm-t is meghaladta. A turai talajvízészlelő kút mért vízállás adatsorát némileg befolyásolja, hogy a településen belül helyezkedik el. A diagramokból, de legfőképp az adatsorokból megállapítható, hogy a patak vízjárásának ingadozását 5–7 napos késleltetéssel követi a talajvíz szintjének ingadozása.

A párolgás, hőmérséklet és csapadék adatsorok kapcsolatáról elmondható, hogy a hőmérséklet és a párolgási értékek is június-július-augusztus hónapokban érik el maximumukat, míg a csapadék mennyisége ez idő tájt a legcsekélyebb. Tehát vegetációs időszakban párolgási többlet jelentkezik, mely abból adódik, hogy a potenciális párolgás mértéke meghaladja a csapadék mennyiségét. A párolgás mértékének megnövekedése hatással van a talajvízszint változására is a kapilláris talajvíz emelkedés révén. Mindezek alapján elmondható, hogy az éghajlati elemeknek jelentős szerepük van egy terület vízháztartásának alakításában.

1987-88-tól megfigyelhető, hogy mindkét talajvízészlelő kút által regisztrált vízszint, süllyedésnek indult. Ez a változás a turai talajvíz szintjében meredekebben kirajzolódik. Tura csatornázatlanságának következménye, hogy a település alatt egy talajvízdomb található (Szilágyi, 2007), amely puffertartást képes gyakorolni a csapadékhányos időszakokban, a párolgás vízigényét részben fedezni tudja. Így megfigyelhető az adatokban, hogy a talajvízszint-csökkenés görbéje meredekebb a turai észlelőkútban, mint az aszódi észlelőkút esetében. 2001-től a talajvíz szintje a megszokottnál jobban ingadozik és nem mindig az évszaknak megfelelően változik.

A *vízháztartási mérleg* felállítása során meg kell állapítani a belépő (input) és távozó (output) vízmennyiség különbözetét, egyéb környezeti biotikus és abiotikus tényezőket. A vízháztartási mérleg kifejezi a be- és kilépő vízmennyiség különbözetét, mely egyenlő az adott hidrológiai egységen belül tározott vízmennyiség időegység alatti megváltozásával.

A terület potenciális párologtatása jelentős mértékben meghaladhatja a területre hullott csapadék mennyiségét (**1. táblázat**). 2001 novemberétől 2009 novemberéig a vizsgált területen 4244 mm csapadék hullott, míg a potenciális párolgás meghaladta a 7580mm-t. 2004, 2005-es évek időjárásának köszönhetően a terület vízhiánya csökkent. 2007-ben ismét megemelkedett a vízhiány, de 2008 és 2009-es évek során ismét kedvező volt az időjárás.

A galgahévízi láprét 2002–2005-ös hidrológiai évek összegzéséből megállapítható, hogy 2001 novemberétől-2005 novemberéig a vizsgált területen 2000 mm csapadék hullott, míg a potenciális párolgás meghaladta a 3600 mm-t. A 2004, 2005-es évek időjárásának köszönhetően a láprét kumulált vízhiánya csökkent (**2. táblázat**). Ezt a vízhiány-csökkenést a növényzetben történt kedvező változások is igazolják.

Év	Hőmérséklet	Csapadék	Hozzáfolyás	Tározás-hozzáfolyás aránya
	°C	mm	mm	
1995	10,2	636	525	1:3,6
2002	10,3	497	693	1:9,7
2003	9,61	354	850	1:8,2
2004	9,45	566	373	1:1,9
2005	9,00	655	447	1:3,5
2006	9,6	502	341	1:1,7
2007	11,14	579	500	1:4,6
2008	10,68	578	221	1:1,4
2009	10,41	468	430	1:2,2

1. táblázat Tározás-hozzáfolyás aránya a vizsgált hidrológiai évekre vonatkozóan a Turai legelő TT-n

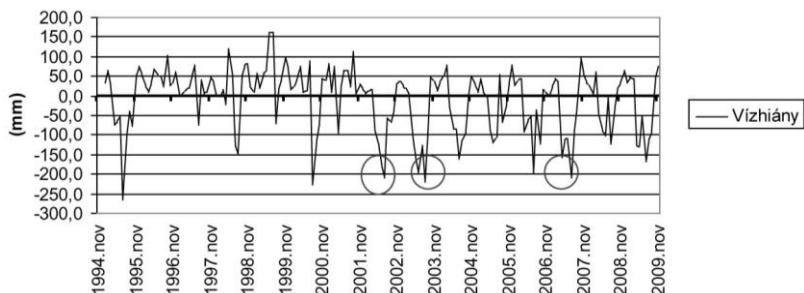
Table 1. Containment-inflow ratio of the investigated hydrological years in the Turai-legelő TT

Év	Hőmérséklet	Csapadék	Hozzáfolyás	Tározás-hozzáfolyás aránya
	°C	mm	mm	
1995	10,2	636	376	1:2,9
2002	10,3	497	596	1:9,4
2003	9,6	354	668	1:7,3
2004	9,4	566	314	1:1,8
2005	8,8	667	150	1:1,3

2. táblázat Tározás-hozzáfolyás aránya a vizsgált hidrológiai évekre vonatkozóan a galgahévízi lápréten

Table 2. Containment-inflow ratio of the investigated hydrological years in the Galgaheviz meadow

A kiemelt években igen jelentős mennyiségű vizet kellett pótolniuk a vizsgált területeknek. Ezek az évek, mind valamilyen szélsőséghez köthetők, mint például 2002 nyara, amikor a legkisebb volt a Galga-patak szintje, mindössze 15 cm. 1995 és 2002–2009-es évek közül 2003 volt a csapadékban legszegényebb év és ugyanez év szeptember végén és október közepén érte el a talajvízállás minimumát. 2007-es év pedig az általam vizsgált évek közül volt a legmelegebb, 11,4°C-kal. Az alábbi diagramon (**1. ábra**) e vízhiányos időszakok tisztán kivehetők.



1. ábra A vizsgált láprétek vízháztartásában bekövetkezett vízhiányok (1994.11–2009.11.)

Figure 1. Drought occurred on the water balance in the studied meadows

A láprétek környezetében tapasztalható klimatikus változások negatívan hatottak vízháztartására, mely kimutatott vízhiányok hozzájárulhattak a vegetációban bekövetkező negatív változásokhoz. A diagramon észrevehető, hogy körülbelül 2001-től a vízháztartásban bekövetkezett vízhiányok mértéke csökkent, ugyanakkor a vízhiányos időszakok hossza és gyakorisága megnövekedett.

Megvitatás

Történeti térképek alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált területeknek nem csupán hidrológiai viszonyai, hanem tájhasználati módjai is megváltoztak. Jelenleg mindkét láprét intenzív mezőgazdasági területekkel van körbevéve. Így felmerül az esetleges tápanyag-utánpótlás és egyéb herbicidek használatának gondolata, melyek bemosódása elősegítheti az eutrofizációt, esetünkben a nádasodás előretörését. Régebben a tájhasználat szerves részét képezte az üde rétek kaszálása, legeltetése, míg mára e tevékenységek teljesen megszűntek. Az optimális időpontokban végzett kaszálás nagymértékben képes lenne a nád és egyéb invazív fajok visszaszorítására. Mivel ezek a fajok az értékeesebb, lápréti vegetációt szorítják ki eredeti élőhelyükről, a végbemenő szukcessziós változások kedvezőtlenek. Az invazív fajok gyors terjedési folyamata a diverzitás csökkenéséhez is vezethet.

A Galga-patak vízrendezési munkálatainak következtében az egykor vízjárta területek vízháztartási egyensúlya felborult és fokozatosan szárazodásnak indultak. A szárazodás egyértelmű, mely negatív folyamatot az elmúlt 40 év meteorológiai és hidrológiai adatai is bizonyítanak, hiszen a megelőző 5–7 évben volt a legmélyebben a talajvízszint, mely a láprétek vízellátottságára negatív hatással volt. Az időszakos, de egyre hosszabb vízhiányos időszakok kialakulása pedig veszélyeztetheti értékes élőhelyeink fennmaradását. Ezért a láprétek vízborítottságának növelése, a víz valamilyen formában történő pótlása, a hidrológiai vizsgálatok alapján javasolható. Mivel a Galga-patak szintje, egy-egy zápor alkalmával az átlagos vízszint sokszorosára emelkedhet, ezért ezt a torrens jellegű, az időjárásban megjelenő szélsőségek gyakoribbá válása miatt természetbe illeszkedő módon kell kezelni. Erre adhatnak lehetőséget a patak menti vizes élőhelyek, melyek a szélsőséges időjárási és egyben vízháztartási helyzeteket mérsékelhetik. A lápréteken keresztülfutó egykori, vízrendezést szolgáló csatornák mára nagymértékben feliszapolódtak, víz nem áramlik bennük. Javasolható a csatornák vízszintszabályozást segítő műtárggyal való ellátása.

Irodalom

- Aradi Cs. 2006: A globális klímaváltozás várható következményeinek értékelése természeti rendszereink szempontjából – természetvédelmi tennivalók. AGRO-21 füzetek, 48: 19–26.
- EC Parliament and Council 2000: Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/EC Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy. European Commission PE-CONS 3639/1/100 Rev 1, Luxembourg
- IPCC 2007: Az éghajlatváltozási Körmányközi Testület (IPCC) 4. értékelő jelentése. Éghajlatváltozás 2007, Környezetvédelmi-és Vízügyi Minisztérium, Budapest.
- KDV-VIZIG 2010: Galga-patak vízállás adatsora 1972–2010.
- Lakatosné F. A. 2005: Vizes élőhelyek kezelése. Felső Tisza Híradó, 44(3): 76–80.
- Molnár B., Hajdú K. 2003: A földtani felépítés, a csapadék, a tiszai vízállás és a talajvízállás közötti összefüggések Szeged-Gyálárét környékén. Hidrológiai közlöny, 83(3): 146–150.
- Nováky B. 2001: Agrohídrológia és vízkészlet-gazdálkodás. Egyetemi jegyzet, Szent István Egyetem, Gödöllő.
- Nováky B. 2003a: Agrohídrometeorológia. Egyetemi jegyzet, Budapest, Gödöllő. 103 p.
- OMSZ 2010a: Pestszentlőrinc külterület párolgási adatsor 2004–2009.
- OMSZ 2010b: Aszód csapadék, hőmérséklet adatsor 2004–2009.
- Pannonhalmi M., Sütheő L. 2004: A Fertő-tó hidrológiai és vízkémiai állapotának elemzése. MHT XXII. Országos Vándorgyűlése. 12 p.
- Szilágyi F., Orbán V. (szerk.) 2007: Alkalmazott hidrobiológia. Magyar Víziközmű Szövetség, Budapest. 624 p.
- VITUKI 2009a: T01080 (Aszód) talajvízészlelő kút vízszintjei 1972–2010.
- VITUKI 2009b: T01084 (Tura) talajvízészlelő kút vízszintjei 1972–2010.

Abstract

WATER REGIME CHANGES IN MEADOWS ON SMALL STREAMS AND THE POSSIBILITY OF THERE CONSERVATION

MÁRTON VONA¹ and BOGLÁRKA SZABÓ²

¹Central Directorate for Water and Environment

²SZIU, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences

H-1012 Budapest, Márvány u. 1/D., Hungary, e-mail: vona.marton@vkki.hu

Wetlands are the most valuable and most vulnerable habitats of our environment. The protection of their natural state is equally important from environmental protection, nature conservation, ecological and sociological point of view. The area of the Hungarian wetlands has decreased significantly. Before the regulation of the surface waters 25% of Hungary was covered by water, now it is only 7%. By the water regime balance we find significant climatic extremities often had negative effects on the water regime in the surrounding of the peaty meadow. Water deficit in these years caused negative changes in the vegetation, too. Negative changes, however can not be assigned unequivocally and exclusively to hydrological properties. Minimum soil water values of the past years were followed by the species composition of the vegetation. It is possible that the data of the water monitoring wells can be used successfully during analyzes of the water balance of the peaty meadow.

Szerzők szerinti mutató

Bákonyi Nóra.....	135, 223	Mika János.....	21
Báldi András.....	53	Molnár András.....	308
Balla István.....	348	Molnár Sándor.....	317
Balláné Kovács Andrea.....	142, 277	Nagy Attila.....	325
Bardóczyné Székely Emőke.....	111	Nagy Gabriella Mária.....	236
Bertáné Szabó Emese.....	277	Nagy Gergő Gábor.....	213
Borbély Ferenc.....	160, 170	Nagy Péter Tamás.....	332
Centeri Csaba.....	92	Nováky Béla.....	117
Czirbus Nóra.....	180	Nyéki József.....	282, 325
Csáfordi Péter.....	189	Nyilas Tünde.....	180
Csathó Péter.....	64	Pálfai Imre.....	103
Csiszár Gyöngyi.....	199	Pálmai Ottó.....	79
Csubák Mária.....	375	Petis Mihály.....	355
Duray Balázs.....	205	Pottyondy Ákos.....	129
El-Rodeny, Walid M.	135	Sáfián Szabolcs.....	271
Fenyvesi László.....	348	Sándorné Kincses.....	277
Flachner Zsuzsanna.....	213	Soltész József.....	325
Gajdos Éva.....	135, 223	Soltész Miklós.....	282, 332
Györgyi Gyuláné.....	228	Szabó Anita.....	341
Henzsel István.....	160, 170, 228	Szabó Boglárka.....	384
Hetényi Magdolna.....	180	Szabó Zoltán.....	282, 325
Horváth József.....	79	Szabó Zsuzsanna.....	375
Horváth Kitti.....	236	Szalay D. Kornél.....	348, 363
Jakab Anita.....	142	Szőllősi Nikolett.....	355
Jakus László, ifj.	271	Tamás János.....	325, 355
Kincses Sándorné.....	243, 332	Tarnawa Ákos.....	348
Király András.....	250	Tolner Imre T.	363, 348
Konecsny Károly.....	21	Tolner László.....	363
Kovács Gyula.....	260, 271	Tóth Brigitta.....	135, 368
Kovács-Hostyánszki Anikó.....	53	Tóth Csaba Tamás.....	375
Kremper Rita.....	142, 243, 277	Tóth Gabriella.....	160, 170
Labant Attila.....	85	Turchany, Guy.....	9
Lakatos László.....	282	Vágó Imre.....	341
Lévai László.....	135, 223	Várallyay György.....	36
Makleit Péter.....	288	Veres Emese.....	282
Markó András.....	85	Veres Szilvia.....	135, 223
Marosvölgyi Béla.....	295	Víg Róbert.....	223
Marozsán Marianna.....	135, 223, 303	Vona Márton.....	384
Mézes Lili.....	355	Winkler Dániel.....	271

